



**Evaluierung und Auswahl von strategischen Liefernetzen  
unter Berücksichtigung kritischer Knoten**

**Dissertation**

Zur Erlangung des akademischen Grades  
eines Doktors der Wirtschaftswissenschaften (Dr. rer. pol.)  
an der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät  
der Universität Augsburg

vorgelegt von: Dipl.-Ing. Nikolaus Müssigmann

im August 2006

Erstgutachter: Prof. Dr. Klaus Turowski  
Zweitgutachter: Prof. Dr. Axel Tuma  
Vorsitzender der  
mündlichen Prüfung: Prof. Dr. Bernhard Fleischmann

Tag der mündlichen Prüfung: 21. November 2006

## Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis .....	3
Abkürzungsverzeichnis .....	5
Abbildungsverzeichnis .....	7
Tabellenverzeichnis .....	9
Symbolverzeichnis .....	10
1 Einleitung.....	12
1.1 Problemstellung und Motivation .....	12
1.2 Zielsetzung und Beitrag der Arbeit.....	13
1.3 Aufbau der Arbeit .....	16
2 Die Ausgangslage und Grundlagen der strategischen Liefernetze .....	18
2.1 Die Ausgangslage im Unternehmen .....	18
2.1.1 Die Beschaffungsfunktion im Unternehmen.....	19
2.1.2 Supplier Relationship Management – SRM.....	25
2.1.3 Supply Chain Management - SCM .....	30
2.1.4 Supply Network Management – SNM.....	37
2.1.5 Problemstellung und Handlungsbedarf .....	39
2.2 Grundlagen der strategischen Liefernetze .....	40
2.2.1 Definition eines strategischen Liefernetzes.....	41
2.2.2 Formale Definition eines strategischen Liefernetzes .....	45
2.3 Modellierung von strategischen Liefernetzen .....	49
2.3.1 Identifikation von strategischen Liefernetzen .....	50
2.3.2 Problemstellungen und Forschungsbedarf .....	54
3 Evaluierung und Auswahl von strategischen Liefernetzen.....	56
3.1 Ziele, Definitionen und Begriffe.....	57
3.2 Bewertung von Lieferanten .....	58
3.2.1 Quantitative Kriterien für die Lieferantenbewertung.....	60
3.2.2 Qualitative Kriterien zur Lieferantenbewertung .....	70
3.2.3 Methoden und Verfahren zur Lieferantenbewertung .....	71
3.2.4 Lieferantenbewertungssysteme in der Praxis .....	118
3.2.5 Würdigung der Lieferantenbewertungsverfahren und -kriterien .....	132
3.3 Evaluierung von strategischen Liefernetzen.....	138
3.3.1 Kriterien für die Liefernetzbewertung.....	139
3.3.2 Einführung eines Evaluationsvektors.....	153
3.4 Durchführung der Evaluierung und Auswahl von Liefernetzen.....	155
3.4.1 Erstellung des Evaluierungsvektors für das Liefernetz.....	156
3.4.2 Erstellung des Gewichtungsvektors .....	157
3.4.3 Erstellung der Rangliste und Auswahl des Liefernetzes .....	160
3.4.4 Würdigung der Evaluierungskriterien und des Evaluierungsprozesses ...	163
3.5 Semantisches Datenmodell für die Evaluierung und Auswahl von strategischen Liefernetzen .....	164
4 Kritische Knoten in strategischen Liefernetzen.....	167
4.1 Risikobetrachtungen in Liefernetzen .....	167
4.1.1 Allgemeine Definition von Risiko .....	167

4.1.2	Einteilung von Risiken .....	169
4.1.3	Allgemeine Definition von Risiko-Management .....	172
4.1.4	Beschaffungsrisiken und deren Auswirkungen und Handhabung .....	178
4.1.5	Risiken in strategischen Liefernetzen .....	186
4.2	Identifikation von kritischen Knoten in strategischen Liefernetzen .....	189
4.2.1	Analogien von strategischen Liefernetzen mit Netzplänen.....	189
4.2.2	Analogien von strategischen Liefernetzen mit Fertigungssystemen .....	205
4.2.3	Definition von kritischen Knoten und kritischen Teilnetzen .....	229
4.2.4	Identifikation kritischer Knoten anhand von Leistungsdimensionen.....	232
4.2.5	Identifikation kritischer Knoten anhand von Mehrfachzugehörigkeit .....	241
4.2.6	Identifikation kritischer Knoten anhand von Monopolen .....	243
4.2.7	Identifikation kritischer Knoten anhand eines Kritikalitätsvektors.....	244
4.3	Behandlung von kritischen Knoten in strategischen Liefernetzen .....	247
4.4	Fallbeispiel zur Verifikation der vorgeschlagenen Verfahren .....	250
5	Gestaltungsempfehlungen für ein unterstützendes IT-System .....	261
5.1	Semantisches Datenmodell für die Evaluierung und Auswahl von strategischen Liefernetzen .....	262
5.2	Funktionsmodell für die Evaluierung und Auswahl von strategischen Liefernetzen .....	263
5.3	Einfaches Prozessmodell für die Evaluierung und Auswahl von strategischen Liefernetzen .....	264
5.4	Komponentenmodell zur Evaluierung und Auswahl von strategischen Liefernetzen .....	265
5.5	Implementierungsempfehlung für eine IT-Unterstützung .....	267
6	Zusammenfassung und Ausblick .....	269
6.1	Ergebnisse der Arbeit .....	270
6.2	Ausblick und weiterer Forschungsbedarf .....	274
	Literaturverzeichnis .....	276

## Abkürzungsverzeichnis

AHP	Analytic Hierarchy Process
BI	Business Intelligence
BSC	Balanced Scorecard
CPFR	Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment
CPM	Critical Path Method
EOD	Engpassorientierte Disposition
ERP	Enterprise Resource Planning
HoQ	House of Quality
L-HoQ	Lieferanten House of Quality
L-QFD	Lieferanten Quality Function Deployment
IKS	Informations- und Kommunikationssysteme
IS	Information System
IT	Informations-Technologie
JIT	Just in Time
MPM	Metra-Potential-Method
MRP	Material Requirement Planning
MRP II	Manufacturing Resource Planning
OEM	Original Equipment Manufacturer
OPT	Optimized Production Technology
PERT	Program Evaluation and Review Technique
PRM	Partner Relationship Management
QFD	Quality Function Deployment
ROI	Return On Investment
SCC	Supply Chain Council
SCM	Supply Chain Management
SCOR	Supply Chain Reference Model
SLV	Supplier Lifetime Value
SNM	Supplier Network Management
SRM	Supplier Relationship Management
TCO	Total Cost of Ownership
VIG	Visual Interactive Goal Programming
VKN	Vorgangsknotennetz
VMI	Vendor Managed Inventory

VPN	Vorgangspfeilnetz
WI	Wirtschaftsinformatik
WKWI	Wissenschaftliche Kommission der Wirtschaftsinformatik

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1.1	Forschung in der Wirtschaftsinformatik .....	13
Abb. 2.1	Verschiedene Bereiche des Versorgungsmanagements .....	20
Abb. 2.2	Von Konfrontation zu Kollaboration .....	26
Abb. 2.3	Komponenten des SRM.....	28
Abb. 2.4	Funktionsspektrum von mySAP SRM.....	29
Abb. 2.5	Bezugsrahmen des Supply Chain Managements .....	33
Abb. 2.6	Standardsatz von wichtigen SCM Prozessen .....	35
Abb. 2.7	Funktionsspektrum von mySAP SCM.....	36
Abb. 2.8	Baumstruktur eines strategischen Liefernetzes.....	45
Abb. 2.9	Darstellung der Güter- und Informationsflüsse im strategischen Netzwerk .....	46
Abb. 2.10	Beispiel für einen Graphen .....	46
Abb. 2.11	Beispiel für einen gerichteten Graphen.....	47
Abb. 2.12	Parametervektoren für Kanten und Knoten .....	48
Abb. 2.13	Modellierung von strategischen Liefernetzen.....	50
Abb. 2.14	Verfahren zur Identifikation von strategischen Liefernetzen.....	52
Abb. 2.15	Visualisierung des Ergebnisses der Identifikation .....	53
Abb. 3.1	Beispiel für Ergebnisse eines Identifikationsprozesses.....	56
Abb. 3.2	Ablauf des Lieferantenmanagement .....	58
Abb. 3.3	Verschiedene Elemente des Kriteriums Preis .....	61
Abb. 3.4	Verschiedene Elemente des Kriteriums Lieferzeit.....	66
Abb. 3.5	Marktwachstums-Markanteils-Portfolio .....	80
Abb. 3.6	Beschaffungsgüter-Portfolio .....	81
Abb. 3.7	Lieferanten-Portfolio .....	82
Abb. 3.8	Kombination von Beschaffungsgüter- und Lieferanten-Portfolio .....	83
Abb. 3.9	Marktmacht-Portfolio .....	84
Abb. 3.10	Dreidimensionale Einflussfaktoren beim Verfahren der Lieferantentypologie .....	94
Abb. 3.11	Polaritätenprofil als Ergebnis der Profilanalyse.....	98
Abb. 3.12	Polardiagramm als Ergebnis der Profilanalyse .....	99
Abb. 3.13	Beispiel für Lieferanten-Gap-Analyse .....	100
Abb. 3.14	Perspektiven der Lieferanten Balanced Scorecard.....	103
Abb. 3.15	Ursache-Wirkungsbeziehungen in der Lieferanten Balanced Scorecard.....	104
Abb. 3.16	Linguistische Variable "Geographische Lage (GL)" .....	106
Abb. 3.17	Gewichtung der Hauptkriterien beim Ratingmatrix Verfahren.....	107
Abb. 3.18	Beispiel eines FaktorwertepLOTS als Ergebnis der Faktorenanalyse .....	111
Abb. 3.19	Darstellung der Ergebnisse im Lieferanten House of Quality .....	116
Abb. 3.20	Umfrageergebnis - Ziele der Lieferantenbewertung .....	119
Abb. 3.21	Umfrageergebnis - Bekanntheitsgrad von Lieferantenbewertungsverfahren.....	120
Abb. 3.22	Umfrageergebnis - Einsatz von Lieferantenbewertungsverfahren.....	121
Abb. 3.23	Lieferantenmanagementsystem von SIEMENS im Überblick .....	122
Abb. 3.24	Lieferantenbewertungssystem von SIEMENS im Überblick .....	123
Abb. 3.25	Detaillierung der Bewertungskriterien im Lieferantenbewertungssystem von SIEMENS .....	124
Abb. 3.26	Ergebnis einer Lieferantenbewertung bei SIEMENS .....	125
Abb. 3.27	Liefertreuekennzahl im Lieferantenbewertungssystem von MAN B&W Diesel .....	126
Abb. 3.28	Beispiel für die Berechnung der Liefertreuekennzahl .....	127
Abb. 3.29	Qualitätsbewertungsschema im Lieferantenbewertungssystem von MAN B&W Diesel .....	128
Abb. 3.30	Qualitätseinteilung der Lieferanten bei der MAN B&W Diesel.....	129
Abb. 3.31	Auszug aus einer Checkliste zur Lieferantenbewertung bei MAN B&W Diesel .....	130
Abb. 3.32	Ermittlung der Beschaffungskosten .....	140
Abb. 3.33	Ermittlung der Beschaffungszeit .....	142
Abb. 3.34	Ermittlung der Produktqualität .....	146
Abb. 3.35	Ermittlung der Termintreue .....	148
Abb. 3.36	Ermittlung der Mengentreue.....	150
Abb. 3.37	Kriterium Liefernetzgröße .....	151
Abb. 3.38	Einführung Evaluierungsvektor.....	154
Abb. 3.39	Erstellung des Evaluierungsvektors für das Liefernetz.....	156
Abb. 3.40	Ablauf des Evaluierungsprozesses.....	163
Abb. 3.41	Semantisches Datenmodell der strategischen Liefernetzevaluierung .....	166
Abb. 4.1	Elemente einer Risikostrategie .....	173

Abb. 4.2 Prozessschritte im Risiko-Management.....	176
Abb. 4.3 Ursache-Wirkungsanalyse bei der Bewertung von Risiken.....	177
Abb. 4.4 Aufteilung des Beschaffungsrisikos in Teilrisiken .....	179
Abb. 4.5 Risikomanagementprozess bei strategischen Liefernetzwerken .....	188
Abb. 4.6 Einfaches Beispiel eines Netzplanes.....	191
Abb. 4.7 Vorgangsknotennetz und Vorgangspfeilnetz in der Netzplantechnik.....	192
Abb. 4.8 Grundregeln 1 bis 3 zur Konstruktion von Netzplänen .....	193
Abb. 4.9 Grundregeln 4 bis 6 zur Konstruktion von Netzplänen .....	194
Abb. 4.10 Anordnungsbeziehungen in Vorgangsknotennetzen.....	197
Abb. 4.11 Minimale Zeitabstände im Netzplan.....	198
Abb. 4.12 Parameter eines Knotens im Vorgangsknotennetz.....	200
Abb. 4.13 Beispiel für Projektplan als Grundlage zu den Zeitberechnungen .....	201
Abb. 4.14 Produktion als Transformationsprozess .....	205
Abb. 4.15 Graphen des Fertigungsablaufs.....	206
Abb. 4.16 Graphen eines Fertigungssystems.....	206
Abb. 4.17 Erzeugnisstrukturen in der Fertigung .....	207
Abb. 4.18 Strukturstückliste und Gozintograph .....	207
Abb. 4.19 Analogien von strategischen Liefernetzen mit Fertigungssystemen.....	208
Abb. 4.20 Beispiel für eine Produktionssegmentierung .....	213
Abb. 4.21 Fertigungssystem nach dem Kanban Konzept.....	222
Abb. 4.22 Module im OPT-Konzept .....	226
Abb. 4.23 Beispiel für kritische Bereiche im OPT Netzwerk.....	226
Abb. 4.24 Beispiel für Drum-Buffer-Rope Konzept .....	227
Abb. 4.25 Knoten in mehreren Liefernetzen .....	231
Abb. 4.26 Definition eines kritischen Teilnetzes.....	232
Abb. 4.27 Darstellung eines Liefernetzes als Vorgangsknotennetz.....	234
Abb. 4.28 Erweitertes Vorgangsknotennetz eines strategischen Liefernetzes.....	235
Abb. 4.29 Zwei Liefernetze als Grundlage für das Fallbeispiel .....	250
Abb. 4.30 Beispiel für Ausgangsdaten von Liefernetz 1 .....	251
Abb. 4.31 Beispiel für Ausgangsdaten von Liefernetz 2.....	252
Abb. 4.32 Evaluierungsvektoren für Liefernetz 1 .....	253
Abb. 4.33 Evaluierungsvektoren für Liefernetz 2 .....	254
Abb. 4.34 Gesamtevaluierungsvektoren für die Liefernetze .....	255
Abb. 4.35 Gesamtevaluierungsvektoren mit relativen Elementen.....	256
Abb. 4.36 Beispiel 1 für Gewichtungsvektor und Rangliste .....	256
Abb. 4.37 Beispiel 2 für Gewichtungsvektor und Rangliste .....	257
Abb. 4.38 Beispiel 1 für die Ermittlung und Visualisierung kritischer Knoten.....	258
Abb. 4.39 Ermittlung des kritischen Teilnetzes der Zeit für Liefernetz 1 .....	258
Abb. 4.40 Ermittlung des kritischen Teilnetzes der Zeit für Liefernetz 2 .....	259
Abb. 4.41 Beispiel 2 für die Ermittlung und Visualisierung kritischer Knoten.....	259
Abb. 5.1 Semantisches Datenmodell zur Evaluierung unter Berücksichtigung der Kritikalität .....	262
Abb. 5.2 Funktionen der Evaluierung mit Betrachtung der Kritikalität .....	263
Abb. 5.3 Einfaches Prozessmodell für die Evaluierung und Auswahl von strategischen Liefernetzen....	264
Abb. 5.4 Komponentenmodell zur Evaluierung unter Betrachtung der Kritikalität .....	266



## Tabellenverzeichnis

Tab. 3.1 Übersicht über Gruppierung von Kriterien zur Lieferantenbewertung.....	60
Tab. 3.2 Beispiel für die Ermittlung der Preisentwicklung .....	62
Tab. 3.3 Übersicht zum Kriterium Kosten.....	63
Tab. 3.4 Übersicht zum Kriterium Qualität .....	65
Tab. 3.5 Übersicht zum Kriterium Logistik.....	67
Tab. 3.6 Übersicht zum Kriterium Technologie und Abhängigkeit .....	69
Tab. 3.7 Kategorien und Verfahren zur Lieferantenbewertung .....	73
Tab. 3.8 Beispiele für Kennzahlen für die Lieferantenbewertung.....	77
Tab. 3.9 Übersicht der quantitativen Verfahren zur Lieferantenbewertung .....	78
Tab. 3.10 Beispiele für messbare und nichtmessbare Kriterien.....	79
Tab. 3.11 Übersicht der qualitativen Verfahren zur Lieferantenbewertung .....	84
Tab. 3.12 Beispiel für die Anwendung des Drei-Notensystem Verfahren .....	85
Tab. 3.13 100 Punktbewertungsverfahren ohne prozentuale Gewichtung .....	87
Tab. 3.14 100 Punktbewertungsverfahren mit prozentualer Gewichtung.....	87
Tab. 3.15 Einstufung Lieferanten im 100 Punktbewertungsverfahren .....	88
Tab. 3.16 Beispiel für die Anwendung des Scoring-Model.....	89
Tab. 3.17 Stufenweise Gewichtung der Kriterien bei der Nutzwertanalyse .....	92
Tab. 3.18 Beispiel für den Einsatz der Nutzwertanalyse zur Lieferantenbewertung .....	93
Tab. 3.19 Risiko-Lieferfähigkeits-Matrix.....	95
Tab. 3.20 Lieferantenauswahl-Matrix .....	96
Tab. 3.21 Übersicht der numerischen Mischverfahren der Lieferantenbewertung.....	97
Tab. 3.22 Beurteilungskriterien bei der Profilanalyse .....	98
Tab. 3.23 Übersicht der graphischen Mischverfahren der Lieferantenbewertung .....	101
Tab. 3.24 Regelblock zur Bewertung des Standortes .....	106
Tab. 3.25 Beispiel für Ratingmatrix - Bewertung eines Hauptkriteriums .....	108
Tab. 3.26 Lieferantenvergleich mit Hilfe der Ratingmatrix .....	109
Tab. 3.27 Übersicht der jüngeren Verfahren der Lieferantenbewertung .....	117
Tab. 3.28 Anforderungen und Ausprägungen zur Bewertung der Eignung von Verfahren .....	136
Tab. 3.29 Beurteilung der Eignung der Lieferantenbewertungsverfahren.....	137
Tab. 3.30 Tabelle Kosten - Kriterium Beschaffungskosten.....	141
Tab. 3.31 Tabelle Zeiten - Kriterium Beschaffungszeiten.....	144
Tab. 3.32 Tabelle Zeiten eines Endknotens im Liefernetz .....	144
Tab. 3.33 Tabelle Produktqualitätsfaktor .....	146
Tab. 3.34 Tabelle Termintreuefaktor.....	148
Tab. 3.35 Tabelle Mengentreuefaktor .....	150
Tab. 3.36 Tabelle Liefernetzausdehnung.....	152
Tab. 3.37 Geschäftsvorgaben (Business objectives) für Liefernetze .....	158
Tab. 3.38 Rangliste von Liefernetzen.....	162
Tab. 4.1 Systematisierung von Risiken .....	170
Tab. 4.2 Systematisierung von Risiken im Umgang mit strategischen Liefernetzen .....	171
Tab. 4.3 Dimensionen, Ursachen und Handlungsoptionen zur Handhabung von Lieferrisiken.....	181
Tab. 4.4 Dimensionen, Ursachen und Handlungsoptionen zur Handhabung von Transportrisiken .....	184
Tab. 4.5 Merkmale und Ausprägungen der Netzplantechnik .....	192
Tab. 4.6 Haupt- und Teilfunktionen von PPS-Systemen.....	211
Tab. 4.7 Differenzierung von PPS-Systemen .....	217
Tab. 4.8 Zusammenfassung der Planungsverfahren .....	229
Tab. 4.9 Ergebnistabelle der Berechnungen der Dimension Zeit .....	238
Tab. 4.10 Liste der Mehrfachzugehörigkeit .....	243
Tab. 4.11 Beispiel für Tabelle mit Monopolkennzeichen .....	244
Tab. 4.12 Beispiele für Vorgabevektoren.....	247

## Symbolverzeichnis

$a$	Ausdehnung (Knoten, Liefernetz)
$c$	Kosten (Beschaffungs-, Herstellungs-, Transportkosten)
$d$	Ausführungsdauer eines Vorgangs
$e$	Eine Kante eines Graphen
$E(G)$	Kantenmenge eines Graphen $G$
$FAZ$	Frühestmöglicher Anfangszeitpunkt eines Vorgangs
$FEZ$	Frühestmöglicher Endzeitpunkt eines Vorgangs
$G(V, E)$	Graph mit Knotenmenge $V$ und Kantenmenge $E$
$GP$	Gesamtpuffer eines Vorgangs
$K$	Die Menge aller kritischen Knoten eines strategischen Liefernetzes
$k$	Kritikalitätsvektor eines Liefernetzknoden
$k_v$	Vorgabevektor bei der Ermittlung von kritischen Knoten
$l$	Liefernetz
$L$	Menge aller Liefernetze
$l_z$	Lieferzeit
$l_s$	Lieferservice
$mt$	Mengentreuefaktor
$n$	Anzahl der Knoten im Liefernetz
$ng$	Mehrfachzugehörigkeitskennzahl
$q$	Produktqualitätsfaktor
$p$	Preis (z. B. Produkt-, Transportpreis)
$P(j)$	Alle Vorgänger eines Knoten $j$ ( $j \in V$ ) in einem gerichteten Graphen $G$
$PD$	Projektdauer
$\mathfrak{R}(v)$	alle Nachfolger eines Knotens $v$ in einem gerichteten Graphen
$S(j)$	Alle Nachfolger eines Knoten $j$ ( $j \in V$ ) in einem gerichteten Graphen $G$
$SAZ$	Spätestnotwendiger Anfangszeitpunkt eines Vorgangs
$SEZ$	Spätestnotwendiger Endzeitpunkt eines Vorgangs
$t$	Zeit (z. B. Produktions-, Transport-, Lieferzeit)
$tt$	Terminreuefaktor
$u$	Unternehmens-Identifikationsnummer
$v$	Ein Knoten eines Graphen

$V(G)$	Knotenmenge eines Graphen $G$
$vk$	Einzelner Vorgang im Vorgangsknotennetz
$w$	Gewichtungsvektor
$wl$	Weg im Liefernetz
$WL$	Menge aller Wege im Liefernetz
$ V $	Mächtigkeit eines Graphen (Anzahl der Knoten)

# 1 Einleitung

Die Trends in der Industrie sind nicht neu: Reduktion der Fertigungstiefe, Konzentration auf Kernkompetenzen, Globalisierung, Outsourcing. Und doch scheinen die damit verbundenen Herausforderungen aktueller denn je. Haben z. B. in der Automobilbranche zunächst die großen Hersteller (Original Equipment Manufacturer – OEM) damit begonnen, ganze Module und Baugruppen extern zu beziehen, so setzt sich mittlerweile dieser Trend auch in den nächsten Ebenen des Zuliefernetzes fort. Als DaimlerChrysler im Frühjahr 2005 mehr als eine Million Fahrzeuge in die Werkstätten zurückbeordert, begründet das Unternehmen dies damit, dass die Komplexität des Zusammenspiels ganzer Baugruppen unterschiedlicher Systemlieferanten nicht mehr beherrscht wird. Ein alarmierendes Zeichen mit fatalen Wirkungen, nicht nur auf das Image des Unternehmens. Ist man mit der Reduktion der Fertigungstiefe zu weit gegangen? Hat man sich zu sehr auf seine direkten Systemlieferanten verlassen? Hat man überhaupt noch ausreichende Kontrollmöglichkeiten zur Verfügung? Einige der Fragen, denen sich solche Unternehmen stellen müssen.

## 1.1 Problemstellung und Motivation

Die Zunahme des Outsourcinganteils über die gesamte Lieferantenstruktur hat in vielen Branchen dazu geführt, dass große, komplexe Liefernetze entstanden sind. Hat es früher ausgereicht, die direkten Lieferanten zu kontrollieren, so muss die Beschaffungsfunktion heute ganze Liefernetze betrachten. Dieser Paradigmenwechsel vom direkten Lieferanten zum Liefernetz zusammen mit der Wandlung des Einkaufs von einer administrativen Bestellabwicklungsfunktion hin zu einer strategischen Beschaffungsfunktion verlangen neue Prozesse und Konzepte zur Unterstützung einer effektiven und effizienten Versorgung im Unternehmen. Ein wichtiger Aspekt ist dabei die Transparenz im Liefernetzwerk. Nur wenn ein OEM sein gesamtes Liefernetz überschaut, kann er frühzeitig bedrohliche Situationen erkennen und angemessen reagieren.

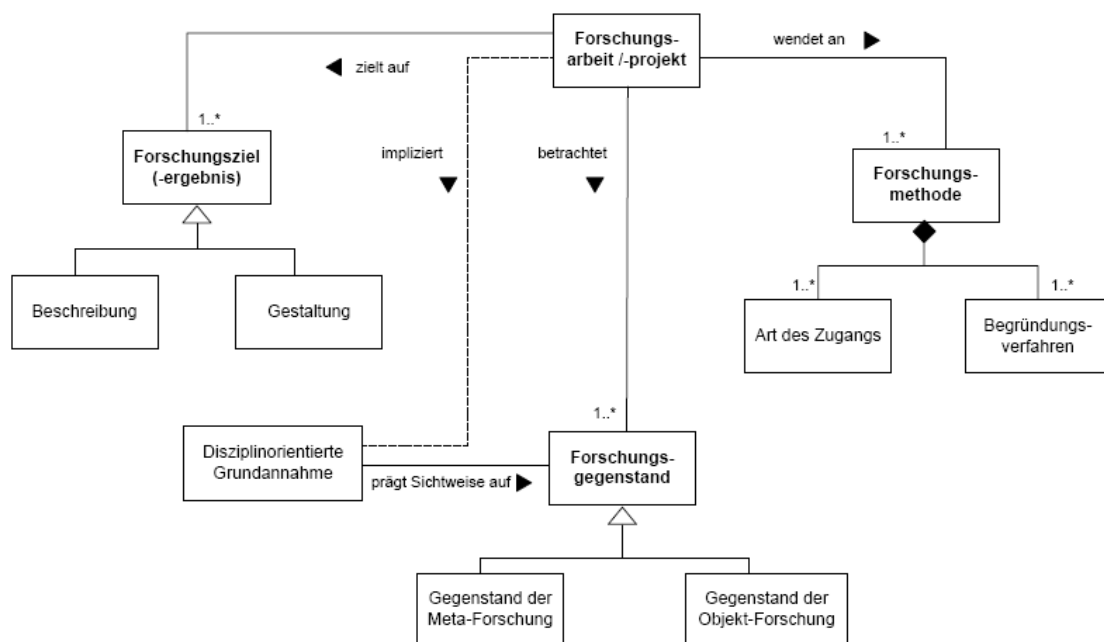
Konzepte wie Supply Chain Management (SCM) und Supplier Relationship Management (SRM) und deren am Markt verfügbaren IT-Lösungen liefern keine oder nur geringe Unterstützung, wenn es um die Formierung und Weiterentwicklung von Liefernetzen geht. SCM konzentriert sich hauptsächlich auf die strategischen und operativen Aufgaben im Zusammenhang mit dem Betrieb von Lieferketten und geht von einem bereits bestehenden (strategischen) Unternehmensnetz aus. Der Hauptfokus von SRM sind die mit einem beschaffenden Unternehmen direkt verbundenen Lieferanten. Dabei gibt es bereits sehr fundierte und in der Praxis erprobte Methoden und Verfahren zur

Bewertung und Beurteilung von Lieferantenbeziehungen. Darüber hinaus stellt SRM Verfahren zur Entwicklung und Qualifizierung von direkten Lieferanten zur Verfügung, insbesondere im Hinblick auf die strategischen Partner. Erste zaghafte Anstrengungen sind am Markt zu erkennen, das SRM Konzept zu einem Supplier Network Management (SNM) weiter zu entwickeln. Allerdings gibt es in diesem Bereich noch großen Handlungsbedarf, um die neuen Herausforderungen der Beschaffungsfunktion erfolgreich unterstützen zu können.

Bereits bei der Formierung von Liefernetzen erscheint es sinnvoll und notwendig, dass der Beschaffungsfunktion Methoden und Verfahren an die Hand gegeben werden, um gesamte Strukturen von Liefernetzen zu visualisieren und zu analysieren. Dies ist insbesondere bei der Bildung von strategischen Liefernetzen wichtig.

## 1.2 Zielsetzung und Beitrag der Arbeit

Nach einem Beschluss der Wissenschaftlichen Kommission der Wirtschaftsinformatik (WKWI) aus dem Jahre 1993 ist das Ziel wissenschaftlicher Untersuchungen in der Wirtschaftsinformatik (WI) die Gewinnung von Theorien, Methoden, Werkzeugen und intersubjektiv nachprüfbaren Erkenntnissen über Informations- und Kommunikationssysteme (IKS) in Wirtschaft und Verwaltung [Vgl. WKWI1994, S.80f]. Eine Forschungsarbeit wendet dabei Forschungsmethoden auf Forschungsgegenstände an, um Forschungsziele zu erreichen. Diese Zusammenhänge sind in Abb. 1.1 dargestellt.



Quelle: [Lang2005, S. 2]

Abb. 1.1 Forschung in der Wirtschaftsinformatik

Ist der Gegenstand der Forschung die Forschung selbst, so spricht man von der Wissenschaftstheorie. In der Wirtschaftsinformatik „[...] setzt sich ein typischer Forschungsgegenstand vielfach aus angewendeter/n Technologie(n) (Sprachen, Paradigmen, u.a.) und unterstützter Domäne zusammen.[...] werden eine Technologie und eine Domäne ausgewählt, geht es oft um die Frage der Anwendung der Technologie für die gewählte Domäne [...]“ [Lang2005, S. 3]. In Zusammenhang mit den Forschungsgegenständen der WI wird auch oft der Begriff des Artefakts verwendet. Unter Artefakten werden dabei „[...] Informationsbestände in unterschiedlichen Ausprägungen, Anwendungssysteme, Architekturen, Software-Werkzeuge, Standards, Informationsmodelle usw. „ [Fran2000, S. 34] verstanden. Heinrich teilt die Wirtschaftsinformatik als Wissenschaft in fünf Teilgebiete (Mensch, Aufgabe, Technik, Informationssystemplanung, Informationsmanagement) auf, die das Zusammenwirken von Mensch, Aufgabe und Technik aus den verschiedenen Blickwinkeln beschreiben [Vgl. Hein2002, S. 12].

Dem deutschen Begriff der Wirtschaftsinformatik ist im angelsächsischen Sprachraum der Begriff des Information System (IS) verwandt. Ein bedeutender Zweig der IS-Forschung ist dabei neben dem „behavioural science“ der Bereich „design science“ [Vgl. HMPR2004, S. 75]. „Design Science [...] creates and evaluates IT artifacts intended to solve identified organizational problems. [...] IT artifacts are broadly defined as constructs (vocabulary and symbols), models (abstractions and representations), methods (algorithms and practices), and instantiations (implemented and prototype systems)“ [HMPR2004, S. 77]. Somit stellen auch in der IS-Forschung Artefakte die Forschungsgegenstände dar.

Die Forschungsmethoden werden charakterisiert durch die Art des Zugangs (unmittelbar, mittelbar) zur Realität bzw. zu den Problemen der Praxis und durch das Begründungsverfahren, um die Gültigkeit des Forschungsergebnisses nachzuweisen. Der unmittelbare, direkte Zugang zur Realität lässt sich durch drei Zugangswege beschreiben: Beobachten, Befragen und Teilnehmen (Der Forscher verlässt seine unabhängige Position). Der mittelbare Zugang zur Realität geschieht über Sekundärquellen und bereits bestehende Artefakte. Beim mittelbaren Zugang wird in der Regel keine eigene persönliche Erfahrung des Forschers vorausgesetzt [Vgl. Lang2005, S. 14].

Bei konstruktiv ausgerichteten Forschungsarbeiten lässt sich die Gültigkeit durch den Erfolg in der Realität messen. Dabei unterscheidet Lange drei Begründungsarten: Korrespondenztheorie (Erfolgreiche Umsetzung oder Implementierung in der Praxis), Kohärenztheorie (Stimmigkeit mit bestehenden Konzepten), Konsenstheorie (Nachweis der breiten Zustimmung in der Forschungscommunity) [Vgl. Lang2005, S. 16]. Frank spricht in diesem Zusammenhang von Realitätskonstruktion und führt im Wesentlichen

zwei Ansätze an: „[...] das Aufdecken neuer Handlungsoptionen durch den Einsatz von Informationstechnologie sowie die Verbesserung der Voraussetzungen wirtschaftlicher Automatisierung durch die Rekonstruktion und den teilweisen Neuentwurf von Sprache“ [Fran1998, S. 99]. Die Informationstechnologie soll damit neue strategische und organisatorische Optionen sowie allgemeine institutionelle Arrangements möglich machen.

Die mit einer Forschungsarbeit verbundenen Ziele werden abstrakt in zwei Bereiche gruppiert: Beschreibung und Gestaltung von Realität. Dabei lassen sich die Beschreibungsziele weiter unterteilen in Erklärung (Hypothesen, Überprüfung), Beschreibung (Bezugsrahmen, Prognosen) und Bewertung (bestehender Artefakte). Konstruktive Ziele beziehen sich auf die Gestaltung von Informationssystemen und deren Artefakte. „Die Möglichkeiten der Gestaltung sind vielfältig, sie umfassen die Erstellung sprachlicher Artefakte, die Entwicklung technischer (Informations-)Systeme als auch den Entwurf von organisationalen Handlungssystemen“ [Lang2005, S. 11]. Konkrete Gestaltungsziele der Objektebene sind konzeptuelle Modelle (Referenzmodelle, Domänenmodelle), Systemkonzepte, Systemimplementierungen (Prototyp) sowie Organisationsformen und Handlungsempfehlungen. Auch im „design science“ ist das Forschungsziel „[...] the building and evaluation of artifacts designed to meet the identified business need. [...] the goal of design-science research is utility“ [HMPR2004, 79f].

Die vorliegende Arbeit greift den Handlungsbedarf in der Domäne der strategischen Liefernetze auf und hat das gestalterische Ziel, die Lücke an Methoden und Verfahren zur Identifikation und Evaluierung von strategischen Liefernetzen zu schließen, insbesondere unter Berücksichtigung von kritischen Knoten. Sie ist damit eine konstruktiv ausgerichtete Forschungsarbeit, die Artefakte für eine bestimmte Domäne bereitstellt. Als unmittelbarer Zugang zur Realität fließen langjährige praktische und berufliche Erfahrungen des Autors in die Forschungsarbeit ein, die mittelbar ergänzt werden durch den Einbezug von Sekundärquellen und die Betrachtung von bestehenden Artefakten in der untersuchten Domäne.

Die in dieser Arbeit durchgeführten Forschungsaktivitäten orientieren sich an der Beantwortung folgender zentraler Forschungsfrage:

*Wie lassen sich kritische Knoten in strategischen Liefernetzen automatisch ermitteln und wie können diese kritischen Knoten bei der Evaluierung von strategischen Liefernetzen berücksichtigt werden?*

Daraus abgeleitet ergeben sich weitere Teilfragen:

- Wie können strategische Liefernetze identifiziert werden?

- Wie können strategische Liefernetze evaluiert werden?
- Welches sind kritische Knoten in strategischen Liefernetzen und wie können diese Knoten ermittelt werden?
- Wie lassen sich die kritischen Knoten bei der Auswahl von strategischen Liefernetzen berücksichtigen und welche Handlungsoptionen hat die Beschaffungsfunktion beim Umgang mit diesen Knoten?

Die Beantwortung dieser Teilfragen liefert den roten Faden für die vorliegende Arbeit, deren Aufbau im folgenden Unterkapitel beschrieben wird.

### **1.3 Aufbau der Arbeit**

Zur Einordnung der Problemstellung und zur Abgrenzung der betriebswirtschaftlichen Domäne werden in Kapitel 2 zunächst die Ausgangslage im Unternehmen, verwandte Konzepte und die Grundlagen der strategischen Liefernetze beschrieben. Nicht nur der Wandel des Einkaufs von einer rein administrativen Funktion hin zu einer strategisch agierenden Beschaffungsfunktion, sondern auch der Paradigmenwechsel im Betrachtungsobjekt vom direkten Lieferanten hin zum strategischen Liefernetz erfordern neue Prozesse und Verfahren in der Beschaffung. Deshalb werden bekannte Konzepte wie das Supply Chain Management, das Supplier Relationship Management und die ersten Ansätze zum Supplier Network Management auf ihre Unterstützung für strategische Liefernetze untersucht und entsprechender Handlungsbedarf abgeleitet. Diesem Handlungsbedarf folgend, werden auf Basis einer für diese Arbeit geltenden betriebswirtschaftlichen und formalen Definition von strategischen Liefernetzen in den folgenden Kapiteln weiterführende Methoden und Verfahren zur Handhabung von strategischen Liefernetzen vorgeschlagen.

Kapitel 3 beschäftigt sich mit der Modellierung bzw. Formierung von strategischen Liefernetzen. Um ein geeignetes strategisches Liefernetz auswählen zu können, müssen zunächst über einen Identifizierungsprozess Liefernetze gefunden werden, die einen entsprechenden Bedarf des beschaffenden Unternehmens bedienen können. Sind mehrere Liefernetze dazu in der Lage, muss evaluiert werden, welches dieser Liefernetze am besten für die Beschaffung geeignet ist. Deshalb werden in diesem Kapitel Kriterien zur Bewertung von Liefernetzen definiert und ein Verfahren entwickelt und vorgeschlagen, mit dessen Hilfe eine Evaluierung von Liefernetzen durchgeführt werden kann. Zur Herleitung der Kriterien und des Verfahrens wird zunächst untersucht, welche Kriterien und Verfahren bei der Bewertung von direkten Lieferanten bereits eingesetzt werden



und welche davon geeignet sind, um sie in die Domäne der strategischen Liefernetze zu übertragen.

Mit der Evaluierung von strategischen Liefernetzen wird die Beschaffungsfunktion im Unternehmen in die Lage versetzt, auf Basis einer Beschaffungs- bzw. Versorgungsstrategie ein geeignetes strategisches Liefernetz zu selektieren. Damit die Beschaffungsfunktion die potentielle Stabilität dieses zur Auswahl stehenden Liefernetzes beurteilen kann, werden in Kapitel 4 Methoden und Verfahren erarbeitet, um kritische Knoten und kritische Teilnetze zu identifizieren und zu visualisieren. Dabei wird zunächst über die Betrachtung von verschiedenen Risikodimensionen untersucht, inwiefern das Versorgungsrisiko durch die Erhöhung der Transparenz im Liefernetz reduziert werden kann. Weiterhin wird analysiert, ob sich die Stabilität des betrachteten Liefernetzes durch einen soliden Identifikations- und Evaluierungsprozess erhöhen lässt. Aus der Betrachtung von Analogien zwischen strategischen Liefernetzen mit der Netzplantechnik und mit Fertigungssystemen ergeben sich Ansätze für Methoden und Verfahren zur Identifikation von kritischen Knoten. Auf Basis einer dieser Arbeit zugrunde gelegten Definition von kritischen Knoten und kritischen Teilnetzen werden dann in diesem Kapitel Kriterien und Algorithmen entwickelt, mit denen die kritischen Knoten in strategischen Liefernetzen ermittelt werden können.

Strategische Liefernetze können große, komplexe Gebilde mit mehreren Ebenen und einer großen Anzahl von beteiligten Unternehmen sein. Deshalb ist es von großer Bedeutung, dass die vorgeschlagenen Verfahren weitgehend automatisch ablaufen können. Dies kann nur mittels einer entsprechenden IT-Unterstützung geschehen. Hierzu wird in Kapitel 5 eine Gestaltungsempfehlung entwickelt. Auf Basis eines semantischen Datenmodells und einer Funktionsdekomposition für die Domäne der Modellierung von strategischen Liefernetzen wird ein Komponentenmodell hergeleitet. Mit Hilfe dieses Komponentenmodells können bestehende Konzepte erweitert oder eigenständige Softwarelösungen erstellt werden.

Kapitel 6 fasst die Ergebnisse der Arbeit noch einmal zusammen und gibt einen Ausblick auf weitere mögliche Forschungs- bzw. Vertiefungsthemen.

## **2 Die Ausgangslage und Grundlagen der strategischen Liefernetze**

In diesem Abschnitt soll zunächst die Ausgangslage im Unternehmen beschrieben werden. Dabei hat die Beschaffung in den letzten Jahren einen grundlegenden Wandel von einer rein operativen, unterstützenden Funktion hin zu einer strategisch wichtigen Aufgabe vollzogen [Vgl. Hart2004, S. 13]. Dieser Paradigmenwechsel ist begleitet von verschiedenen Initiativen und neu entstandenen Managementverfahren, um die Prozesse in der Beschaffung optimal zu unterstützen. Hierzu gehören so umfangreiche Konzepte wie das Supply Chain Management (SCM) oder das Supplier Relationship Management (SRM). Da sich die vorliegende Arbeit mit Herausforderungen bei der Formierung von strategischen Liefernetzwerken befasst, soll im Folgenden keine umfassende Beschreibung der verschiedenen Konzepte vorgenommen werden. Es geht vielmehr um die Herausarbeitung von strategischen, auf den Umgang mit Lieferanten und Liefernetzwerken zielenden Aspekten, um darauf aufbauend dann den der Arbeit zugrunde liegenden Forschungsbedarf zu formulieren.

Im zweiten Teil dieses Abschnitts wird zunächst auf die Definition von strategischen Liefernetzen eingegangen, um dann die grundlegenden Vorgehensweisen und Verfahren zur Identifikation von strategischen Liefernetzen vorzustellen, die als Basis für die weiterführenden Kapitel zur Evaluierung von Liefernetzen und zur Identifikation von kritischen Knoten dienen.

### **2.1 Die Ausgangslage im Unternehmen**

In vielen Industrien liegt der durchschnittliche Materialkostenanteil am Umsatz bei mehr als 50%, in manchen Industriezweigen, wie z. B. der Metallherzeugung und -verarbeitung sogar bei 75% [Vgl. Balt2000, S. 82; Kram2000, S. 3]. Die Reduzierung der Fertigungstiefe, wie sie in einigen Industrien bereits seit längerem festzustellen ist (wie z. B. der Automobilindustrie), kann diesen Anteil sogar noch erhöhen. Damit nimmt die Bedeutung der Leistung der Lieferanten immer mehr zu [Vgl. McHM1997, S. 166]. Deshalb ist heutzutage die Beschaffung eine wichtige Funktion im Unternehmen und stellt einen wesentlichen Faktor für den Erfolg dar. Dies war nicht immer so. Aus diesem Grund erscheint es sinnvoll, zunächst auf die Beschaffungsfunktion im Unternehmen etwas detaillierter einzugehen.

### 2.1.1 Die Beschaffungsfunktion im Unternehmen

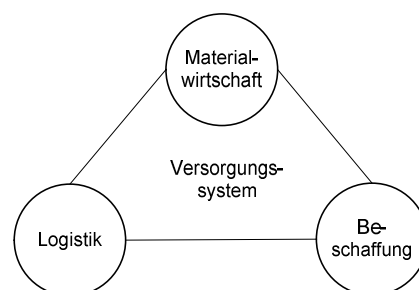
In den frühen 1970er Jahren sprach das Management dem Einkauf nur eine passive Rolle zu [Vgl. ElCa1994, S. 11]. Es handelte sich um „[...] eine abwicklungsorientierte Versorgungsfunktion, die in erster Linie administrative Aufgaben mit lediglich abgeleiteten Tätigkeiten durchführt“ [ArEß2000, S. 122]. Das wichtigste, um nicht zu sagen einzige Ziel war, Güter und Dienstleistungen zum niedrigsten Preis zu erwerben [Vgl. McHM1997, S. 166]. Dies gipfelte in Aussagen wie „Everyone can do purchasing“ [Kram2000, S. 2], was ein eindeutiger Hinweis auf die Unterordnung von Einkaufsaktivitäten unter andere betriebliche Funktionen wie Produktion oder Absatz darstellt [Vgl. ArEß2000, S. 122]. Etwas positivere aber immer noch traditionelle Betrachtungen sahen den Einkauf als „[...] ein Erfüllungsgehilfe anderer Abteilungen [...]“ der „[...] intern hohe Ineffizienzen aufwies und oft nur lose Beziehungen zu Lieferanten unterhielt“ [EyKM2002, S. 66]. Hier zeigt sich zumindest eine erste Rolle als Bindeglied zwischen internen Kunden und externen Bedarfsquellen [Vgl. Kram2000, S. 3].

Einige Autoren (z. B. [Vgl. ElCa1994, S. 11; McHM1997, S. 166]) sehen die Ölkrise der Jahre 1973-74 als Startpunkt des Umdenkens. Die Verknappung von Rohstoffen hat fast über Nacht die Aufmerksamkeit auf Einkauf und Lieferanten gelenkt und es wurde erkannt, dass dies wichtige Kräfte im Wettbewerb darstellen. Kraljic führt den Bedeutungsanstieg darauf zurück, dass „[...] threats of resource depletion and raw materials scarcity, political turbulence and government intervention in supply markets, intensified competition, and accelerating technological change have ended the days of no surprise“ [Kral1983, S. 109]. Mit “the days of no surprise” bezeichnet Kraljic ein relativ stabiles Geschäftsleben, bei dem der Einkauf mit einer bestehenden Menge von Lieferanten auf Basis von Jahresverträgen zusammengearbeitet hat.

Ellram et al. zitieren Porter, der Anfang der 1980er Jahren im Rahmen seiner Wettbewerbsbetrachtungen Einkauf und Lieferanten als kritische Kräfte bezeichnete [Vgl. ElCa1994, S. 11]. Damit wurde begonnen, dem Einkauf immer mehr strategische Bedeutung zuzusprechen. Obwohl nur sehr zaghafte Erfolge nachgewiesen werden konnten, änderte sich die Einstellung vieler Manager in den 1980er Jahren und einkaufsbezogene Ziele wurden als Bestandteil der Unternehmensstrategie etabliert [Vgl. McHM1997, S. 166]. In den 1990er Jahren erfolgte dann der endgültige Durchbruch, auch bedingt durch signifikante Erfolge in vielen Unternehmen. Einsparungen im Einkauf schlugen sich als direkte Gewinne des Unternehmens nieder [Vgl. McHM1997, S. 167]. Der Einkauf wurde als wichtige Komponente des Unternehmenserfolgs betrachtet [Vgl. ElCa1994, S. 11].

Diesem Wandel in der Bedeutung des Einkaufs folgte auch eine sich verändernde Begrifflichkeit. Begriffe wie Beschaffung und Versorgungsfunktion wurden eingeführt. Arnold et al. beschreiben die Beschaffung als sämtliche Tätigkeiten, „[...] die darauf gerichtet sind, die Verfügungsgewalt über von einem Unternehmen benötigte, von ihm selbst aber nicht hergestellte Güter zu erlangen“ [ArEß2000, S. 123]. Damit steht die Beschaffung „[...] im Mittelpunkt des Versorgungsmanagement, wenn Transaktionsprozesse betrachtet werden. Dabei muss auch ihr eine strategische Bedeutung zur Sicherung langfristiger Wettbewerbsvorteile auf den Vormärkten von Unternehmen zuerkannt werden“ [ArEß1997, S. 6]. Krampf bezeichnet die Aufgaben der Beschaffung als „[...] die Planung, Steuerung, Durchführung und Kontrolle der Versorgung des Unternehmens mit Verbrauchsfaktoren und Betriebsmitteln unter Beachtung des Wirtschaftlichkeitsprinzips. Dabei leiten sich die Aktivitäten aus den übergeordneten Unternehmenszielen ab und müssen in Abstimmung mit den anderen Unternehmensbereichen zielgerichtet und aktiv eingesetzt werden“ [Kram2000, S. 4]. Dies geht natürlich weit über die ursprüngliche Aufgabe des Einkaufs als Funktion zur reinen Preisoptimierung hinaus.

Neben dem Begriff der Beschaffung taucht häufig auch der Begriff der Versorgungsfunktion auf. Wird ein Unternehmen aus der Prozesssicht betrachtet, so lassen sich drei primäre betriebliche Funktionen unterscheiden: „[...] Neben der Kernfunktion Produktion (die in erster Linie Transformationsaufgaben umfasst) müssen die dafür benötigten Elemente bzw. Objekte zugeführt (beschafft) (Versorgungsfunktion) und die fertig gestellten Güter an die Umwelt wieder abgegeben werden (Absatzfunktion)“ [ArEß1997, S. 4]. Die Versorgungsfunktion umfasst also sowohl die Erfassung des Bedarfs an Gütern, als auch die Beschaffung und den Transport dieser Güter. Deshalb spricht man auch vom Aufgabenbereich des Versorgungsmanagements, das neben der Beschaffung auch die Logistik und die Materialwirtschaft einschließt. Abb. 2.1 stellt diesen Zusammenhang dar.



Quelle: [Vgl. Arno1995, S. 9]

**Abb. 2.1** Verschiedene Bereiche des Versorgungsmanagements

Die Materialwirtschaft umfasst die Aufgaben der Planung und Disposition, der Bereitstellung sowie auch der Entsorgung von Materialien. Die Logistik „[...] wird als ein zu gestaltendes Flusssystem von Waren, Materialien und Energien aufgefasst, das die Beschaffungsmärkte mit den Produktionsstätten und nachgelagerten Verbrauchsorten verbindet“ [ArEß1997, S. 6].

Die Beschaffung, somit eine wichtige Funktion innerhalb des Versorgungsmanagement, verfolgt folgende beschaffungsmarktorientierte Ziele [Vgl. Kram2000, S. 4f]:

- Sachziel: die langfristige Sicherstellung der Versorgung. Die Güter müssen in der richtigen Qualität, in der richtigen Menge, zum richtigen Zeitpunkt, am richtigen Ort zur Verfügung stehen.
- Formalziel: Senkung der Beschaffungskosten bei gleichzeitiger Erhaltung der benötigten Qualität.

Es geht somit um Versorgungssicherheit und Wirtschaftlichkeit und in zunehmendem Maße auch um Entsorgungssicherheit. Unter dem Begriff Versorgungssicherheit lassen sich z. B. folgende Aufgaben subsumieren: „[...] Sicherung der Material- und Personalqualität, Sicherung der Flexibilität und Mengen, Streuung des Beschaffungsrisikos, Wahrung der Unabhängigkeit, Sicherung der Beschaffungsmarktposition“ [Cors1995, S. 580]. Das Ziel der Wirtschaftlichkeit wird positiv beeinflusst durch „[...] niedrige Kapitalbindung in den Beständen, Kosten senken, Gewinne erzielen, Beeinflussen der Einstandspreise, Senkung der Gemeinkosten, Verbesserung des Leistungsniveaus“ [Cors1995, S. 580].

Die Beschaffung stellt die Verfügbarkeit der Güter in den Mittelpunkt. Natürlich spielen die Beschaffungskosten weiterhin eine bedeutende Rolle, allerdings hat die Beschaffung zusätzliche Aufgaben zu erfüllen, wie z. B. die Gestaltung der Beziehungen zu den Lieferanten.

Der Aufgabenblock der Beschaffung lässt sich im Wesentlichen in zwei Bereiche unterteilen [Vgl. ArEß2000, S. 123]:

- Strategisches Beschaffungsmanagement: Erschließung und Sicherung langfristiger Erfolgspotentiale durch Formulierung einer geeigneten Beschaffungsstrategie.
- Taktisch-operativer Einkauf: Umsetzen der Beschaffungsstrategie mit einem beschaffungspolitischen Instrumentarium.

Im Folgenden soll von der Aufteilung der Beschaffung in einen strategischen und einen operativen Teil (einschließlich der taktischen Aufgaben) ausgegangen werden. Dabei konzentriert sich die vorliegende Arbeit auf die Aspekte der strategischen Beschaffung. In manchen Publikationen finden sich auch die Begriffe strategischer und operativer Einkauf. Die inhaltlichen Beschreibungen zu diesen Begriffen unterscheiden sich dabei nur unwesentlich von denen der strategischen und operativen Beschaffung. Die vorliegende Arbeit bezieht sich auf die begrifflichen Einteilung von Arnold und Eßig, die die operative Beschaffung als das Handlungsfeld des Einkaufs ansehen, den Einkauf also als Teil der Beschaffung betrachten [Vgl. ArEß2000, S. 123].

Ganz allgemein hat die strategische Beschaffung zur Aufgabe, eine zukunftsgerichtete und ganzheitliche Ausrichtung der Beschaffung zu sichern [Vgl. Balt2000, S. 85]. Um dies durchführen zu können, muss die strategische Beschaffung unterschiedliche Aufgabenfelder gestalten, wie z. B. [Vgl. Boga2003, S. 27; Hart2004]:

- Entwicklung und Realisierung von Beschaffungsstrategien
- Beziehungsmanagement mit Lieferanten
- Strategische und operative Bedarfs- und Beschaffungsprogrammanalyse
- Make or Buy Entscheidungen (Konzentration auf Kernkompetenzen)
- Optimierung der Gesamtkosten
- Denken und Handeln in durchgängigen Prozessketten

Ein wichtiges Fundament für die Beschaffungsaktivitäten liefert dabei die Beschaffungsstrategie. Sie definiert Vorgaben sowohl für die unternehmensextern gerichteten Aufgaben (marktgerichtet), als auch für die unternehmensintern notwendigen Aktivitäten mit anderen Bereichen (betriebsgerichtet). Dabei umfasst die marktgerichtete Beschaffungspolitik bzw. Beschaffungsstrategie neben der Beschaffungsmarktforschung und dem Einsatz geeigneter Instrumenter auch die Gestaltung der Beziehungen zu den Partnern: zur langfristigen Absicherung bestehender und zur Erschließung neuer Beschaffungsquellen. Die betriebsgerichtete Beschaffungspolitik oder auch strukturbezogene Beschaffungsstrategie legt Vorgehensweisen zur langfristigen Bedarfs- und Bereitstellungsplanung fest und gestaltet effektive beschaffungs- und gesamtunternehmensinterne Organisations- und Prozessstrukturen [Vgl. ArEß2000, S. 123f].

Zur Ausarbeitung einer Beschaffungsstrategie sollte sich das Unternehmen verschiedene Fragen stellen, wie z. B. [Vgl. Kral1983, S. 110-112]:

- Konsolidiert das Unternehmen bereits Bedarfe über Bereiche und Niederlassungen/Tochtergesellschaften hinweg und stärkt somit seine eigene Beschaffungsmacht?
- Wie kann das Unternehmen mit unvorhergesehenen Versorgungsengpässen bzw. Versorgungsunterbrechungen umgehen?
- Wie viel Risiko ist für das Unternehmen akzeptabel?
- Welche Make-or-buy Entscheidungen führen zur besten Balance zwischen Kosten und Flexibilität?
- Welchen langfristigen Nutzen bringen Kooperationen mit Lieferanten oder sogar Wettbewerbern?

Als wesentlicher Baustein der Beschaffungsstrategie hat sich die sogenannte Sourcingstrategie herauskristallisiert. Mit der Sourcingstrategie legt das Unternehmen folgende Aspekte für Bedarfsgüter oder Bedarfsgütergruppen fest [Vgl. JaMS2001, S. 40]:

- Ausschöpfungs- oder Sicherheitsstrategie: Nachfragemacht gegenüber Lieferanten ausnutzen, aber Versorgungssicherheit gewährleisten.
- Single oder Multiple Sourcing: Bündelung des Bedarfs auf einen Lieferanten oder Streuung auf mehrere zur Sicherung der Versorgung bei unvorhergesehenen Störungen oder zur Erzeugung von Wettbewerb unter den Lieferanten.
- Local oder Global Sourcing: Versorgung über den bekannten lokalen Markt oder über globale, internationale aber evtl. politisch unsichere doch günstigere Märkte.

Ein Unternehmen wird also zunächst seine Bedarfsgüter erkennen, strukturieren und klassifizieren. Im nächsten Schritt wird es eine Marktanalyse durchführen, um festzustellen, welche möglichen Lieferanten eingesetzt werden können. Zur Einbindung dieser Lieferanten und zur Festlegung von weiteren Aktivitäten ist die Bestimmung der eigenen strategischen Position gegenüber den Lieferanten von großer Wichtigkeit [Vgl. Kral1983, S. 112-115].

Neben der Festlegung einer Beschaffungsstrategie ist die Gestaltung der Beziehung zu den Lieferanten eine weitere wesentliche Aufgabe der strategischen Beschaffung. Dabei geht es um Abnehmer-Zulieferer-Kooperationen, die „[...] vertikal ausgerichtet und somit prinzipiell als Kooperation zwischen der Versorgungsfunktion des Abnehmers und der Absatzfunktion des Zulieferers angelegt [sind d.V.]. [...] Diese spielen aus

Sicht der Beschaffung eine besonders große Rolle im Rahmen moderner, lieferantenbezogener Strategiekonzepte wie z. B. single sourcing [...].“ [ArEß1997, S. 10].

Dass dem Lieferanten so viel Bedeutung zugemessen wird, war nicht immer so. In der Vergangenheit waren die Beziehungen zu den Lieferanten oft dadurch gekennzeichnet, dass das beschaffende Unternehmen versucht hat, den Lieferanten in einer eher schwachen Position zu halten [Vgl. McHM1997, S. 167]. Krampf zitiert hierzu treffend folgende Beschreibung von Koppelman: „Es sitzen sich Einkäufer und Verkäufer gegenüber und jeder meint, sein Vorteil läge im Nachteil des anderen. Man müsse den anderen über den Tisch ziehen und im Geheimen hofft man, dass der Lieferant den Gewinn, den man ihm selbst nicht zugesteht, sich bei dem dümmen Einkaufskonkurrenten holt“ [Kram2000, S. 5]. Dies beschreibt eine klassische „win-lose“ Beziehung. Auf der anderen Seite haben die Lieferanten versucht, gezielt die Abhängigkeit des beschaffenden Unternehmens von den eigenen Gütern zu erhöhen, z. B. durch spezielle Produkteigenschaften oder Serviceangebote [Vgl. McHM1997, S. 168].

Durch den härter werdenden Wettbewerb, die Konzentration auf Kernkompetenzen, damit verbunden die Reduktion der Fertigungstiefe und Erhöhung der Abhängigkeit von extern beschafften Gütern hat sich die Beziehung zu den Lieferanten in eine partnerschaftliche gewandelt. Speziell bei der Beschaffung von strategischen Gütern wird in diesem Zusammenhang von „partnership sourcing“ gesprochen, ein Beziehungsmanagement, das auf Vertrauen, Engagement und offener Kommunikation aufbaut. Dieses partnership sourcing hat einen großen Einfluss auf folgende Bereiche [Vgl. McHM1997, S. 168]:

- Veränderungen in der Lieferantenbasis: Unternehmen haben die Anzahl der Lieferanten signifikant reduziert und in demselben Maße die Beziehungsqualität mit den verbliebenen Lieferanten erhöht.
- Kommunikation zwischen Abnehmer und Lieferant: Stärkere Kooperationen erfordern offenere Kommunikation und bidirektionale Informationsflüsse
- Entwicklungspartnerschaften: Die Lieferanten werden bereits im Produktentstehungsprozess eingebunden. Die Entwicklung ganzer Systeme und Module werden an Partner vergeben.
- Lieferantenqualifizierung: Die Qualität der Lieferantenbeziehung wird ständig kontrolliert und mit geeigneten Qualifizierungsmaßnahmen weiterentwickelt.



Ein auf diese Weise angelegtes Beziehungsmanagement „[...] will lead in the development of its supply base to ensure that its suppliers are world class and that it can leverage their skills and capabilities to bring value to the marketplace“ [CoSp2003, S. 20].

Um eine gut funktionierende und effektive Lieferantenbasis aufzubauen, muss ein Unternehmen über einen Lieferantenauswahl und –bewertungsprozess verfügen. „Vendor selection is becoming increasingly critical as companies continue to develop more collaborative and long-term relationships with their suppliers. With the purchasing function playing a more strategic role, vendor selection has now become a strategic decision, particularly in relation to strategic purchased items“ [McHM1997, S. 174].

Dieses Thema wird in Kapitel 3 noch intensiver betrachtet, insbesondere unter dem Aspekt der Lieferantenbewertung. An dieser Stelle sei nur festgehalten, dass in der heutigen unternehmerischen Praxis die Auswahl, die Bewertung und die Qualifizierung bzw. Entwicklung von Lieferanten wesentliche Aufgaben der strategischen Beschaffungsfunktion darstellen. Diese Aufgaben werden auch mit dem Begriff Lieferantenmanagement umschrieben.

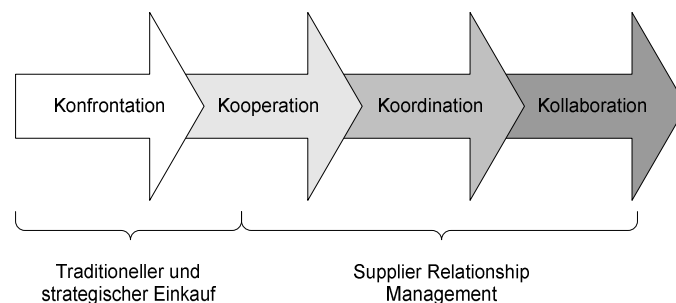
Auf Basis dieser Entwicklungen des Einkaufs hin zu einer Beschaffungsfunktion, die strategische und operative Aufgabenfelder umfasst, hat sich speziell im Hinblick auf die Bedeutung des Lieferantenmanagement ein eigenes Aufgabenfeld etabliert, das mit dem Begriff Supplier Relationship Management umschrieben wird. Im Folgenden sollen deshalb die darin subsumierten Aufgaben und Prozesse etwas näher beleuchtet werden, wiederum unter dem Schwerpunkt der strategischen Ausrichtung.

### **2.1.2 Supplier Relationship Management – SRM**

Ganz allgemein umfasst ein Partner Relationship Management (PRM) „[...] alle Maßnahmen zur Planung, Durchführung und Kontrolle der Initiierung, Stabilisierung, Verbesserung und Beendigung von zwischenbetrieblichen Beziehungen mit Geschäftspartnern wie Lieferanten, Kunden, Wettbewerbern und Non-Profit-Organisationen mit dem Ziel, die Wettbewerbssituation des Unternehmens zu sichern und zu verbessern“ [RiKl2002, S. 7]. In diesem Sinne stellt das Supplier Relationship Management (SRM) einen Teilbereich des PRM dar und konzentriert sich auf das Beziehungsmanagement mit Lieferanten und die spezifischen Aufgaben, die sich bei der Beschaffung von Gütern und Leistungen ergeben. Noch weiter gefasst ist die Einordnung des SRM als Teilbereich des Stakeholder-Relationship Managements, das die Beziehungen zwischen einem Unternehmen und seinem gesamten Umfeld beschreibt [Vgl. Groß2004, S. 61].

Insbesondere beim Aufbau und Management von partnerschaftlichen Beziehungen zu strategischen Lieferanten ist es von zentraler Bedeutung, „[...] eine seriöse Beurteilung der bestehenden Lieferanten vorzunehmen, deren Potentiale und Fähigkeiten richtig einzuschätzen und entsprechend die Geschäftsbeziehungen [...] optimal zu gestalten“ [EyKM2002, S. 67]. Eine wesentliche Aufgabe des SRM wird deshalb sein, „[...] die einzelnen Lebensphasen einer Lieferantenbeziehung, wie Sondierung, Gewinnung und Einbindung des Lieferanten sowie Verbesserung und [...] planvolle Beendigung der Zusammenarbeit, mithilfe geeigneter Methoden und Instrumente zu beiderseitigem Nutzen zu unterstützen“ [Groß2004, S. 61].

Supplier Relationship Management lässt sich somit definieren als „[...] das proaktive Management aller Lieferantenbeziehungen über alle Unternehmensbereiche hinweg mit dem Ziel, Produkte zusammen mit dem Lieferanten besser, schneller und zu niedrigeren Kosten zu entwickeln, einzukaufen und zu produzieren“ [CoFe2002, S. 85]. Um dieses Ziel erreichen zu können, ist eine intensive Zusammenarbeit zwischen beschaffendem Unternehmen und Lieferanten zwingend notwendig. Eine solche Zusammenarbeit wird mit Begriffen wie Kooperation, Koordination und Kollaboration<sup>1</sup> überschrieben, wobei die Kollaboration die engste Integration der Unternehmen untereinander vorsieht. Abb. 2.2 gibt einen Überblick über den Zusammenhang zwischen diesen Beziehungsebenen.



Quelle: [Vgl. CoFe2002, S. 85]

**Abb. 2.2 Von Konfrontation zu Kollaboration**

Eine rein auf Kostenersparnis und Preissenkung ausgerichtete Lieferantenbeziehung hat meist konfrontativen Charakter. Die Lieferanten werden sozusagen „gegeneinander ausgespielt“. Dies war und ist die Vorgehensweise des traditionellen Einkaufs und wird häufig auch nach wie vor bei der Beschaffung von nicht strategischen Gütern eingesetzt. Der Umgang mit strategischen Lieferanten macht eine engere Zusammenarbeit notwendig und erfordert ein gewisses Maß an Kooperation zwischen beschaffendem Unter-

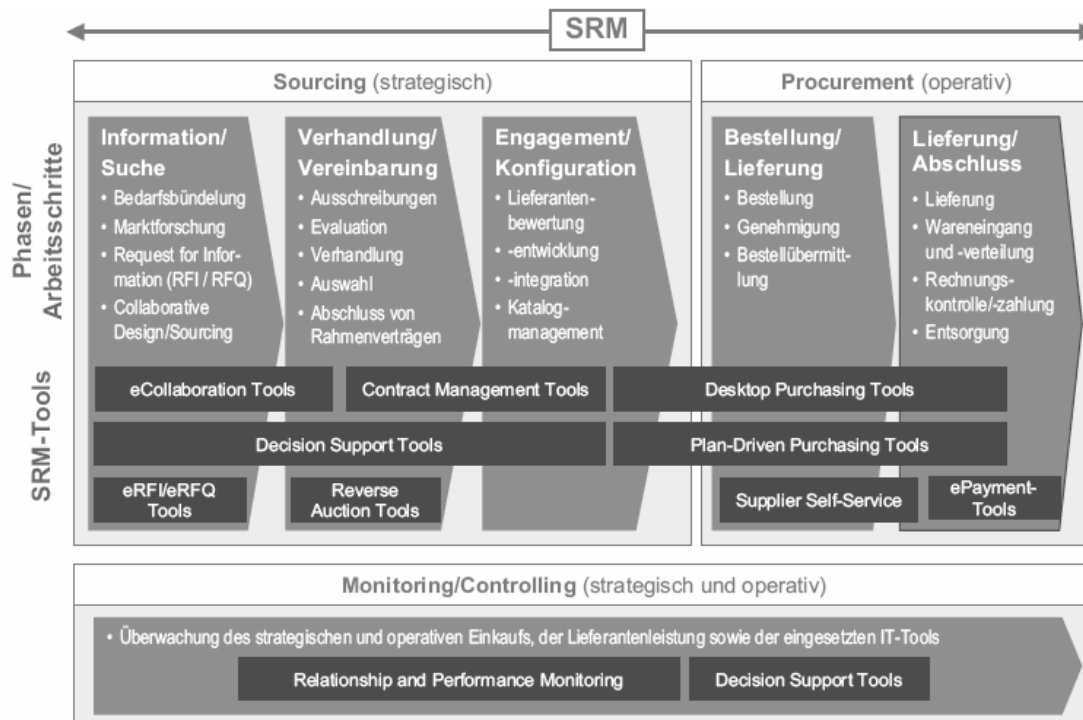
<sup>1</sup> Der Begriff Kollaboration wird hier ausschließlich in seiner neutralen Form als Synonym für Zusammenarbeit bzw. Mitarbeit an einem gemeinsamen Ziel verstanden. (Siehe hierzu auch die Definition und Abgrenzung zum Begriff Kollaborateur unter <http://www.wikipedia.de> à Kollaboration.)

nehmen und Lieferanten. Auf der Stufe der Kooperation werden Informationen an den Partner weitergegeben, mit den strategischen Lieferanten werden häufig längerfristige Verträge ausgehandelt und die Anzahl der strategischen Lieferanten ist begrenzt. Das Supplier Relationship Management setzt auf der Ebene der Kooperation auf und geht dann jedoch noch weiter. Die nächste Stufe der Koordination ist gekennzeichnet durch bidirektionalen Informationsaustausch und erste gemeinsame Technologieplanungen. Kollaboration bedeutet „[...] eine weit fortgeschrittene Integration und Zusammenarbeit beider Unternehmen. Planung erfolgt gemeinsam und abgestimmt, Technologien werden geteilt und gemeinsam entwickelt“ [CoFe2002, S. 86]. Bei der Kollaboration sind demnach mannigfaltige Abstimmungs- und Kommunikationsprozesse notwendig. Um diese Prozesse effektiv unterstützen zu können, bietet SRM Funktionen, die in folgende Komponenten eingeteilt werden können [Vgl. EyKM2002, S. 70]:

- Sourcing (strategisch): Planung und Vorbereitung der Beziehung.
- Procurement (operativ): Durchführung der Beschaffung
- Monitoring (strategisch und operativ): Kontrolle der Prozesse

In Abb. 2.3 sind diesen Komponenten die entsprechenden Phasen, Arbeitsschritte sowie unterstützende IT-Tools zugeordnet.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit sind insbesondere die Aufgaben und Aktivitäten in der strategischen Komponente Sourcing von Interesse. Liegt ein Bedarf für externe Güterbeschaffung im Unternehmen vor, so wird im ersten Schritt - Information/Suche - eine Analyse sowohl hinsichtlich des Bedarfs (z. B. unternehmensweite Bündelung) als auch hinsichtlich des Beschaffungsmarktes (z. B. Identifikation potentieller Lieferanten bzw. Partner, Vorbereitung von Ausschreibungen) notwendig sein. In der Phase der Verhandlung/Vereinbarung wird die Ausschreibung durchgeführt, ausgewertet und Verhandlungen mit den Partnern geführt. Ziel sollte der Abschluss von Lieferantenverträgen sein. In der Phase Engagement/Konfiguration werden die Lieferanten kontinuierlich bewertet und wenn notwendig entwickelt bzw. qualifiziert. Damit umfasst die SRM-Komponente Sourcing alle Aufgaben zur Identifikation, Selektion und Entwicklung/Qualifizierung von Lieferanten.



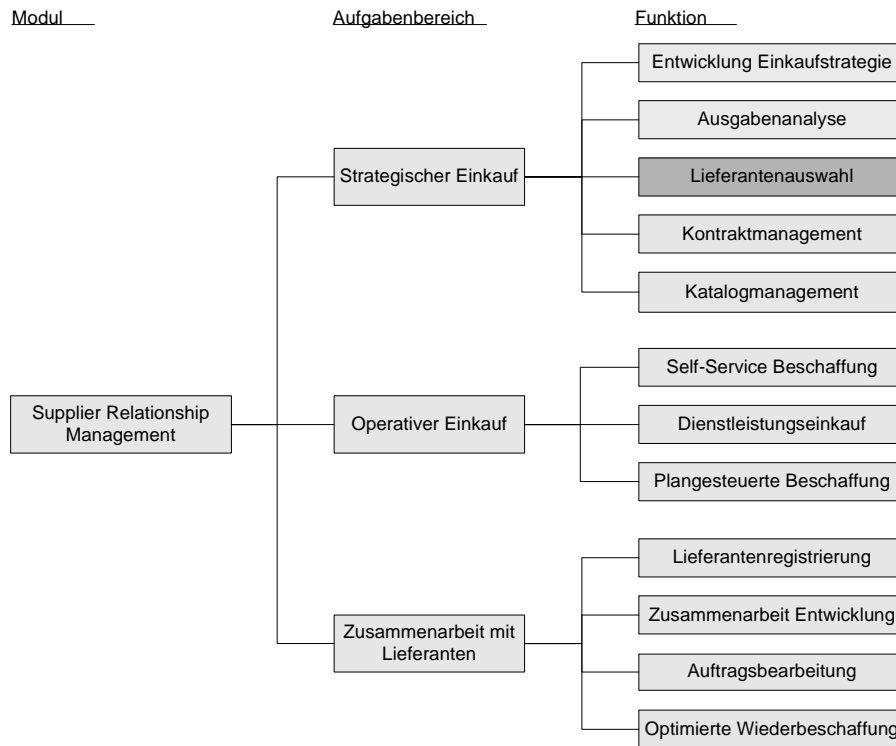
Quelle: [EyKM2002, S. 70]

**Abb. 2.3 Komponenten des SRM**

Verschiedene Werkzeuge unterstützen die SRM-Aktivitäten. Eyholzer et al. führen hier z. B. an [Vgl. EyKM2002, S. 71]:

- eCollaboration Tools: Werkzeuge zur Unterstützung der Zusammenarbeit zwischen Beschaffung und Lieferant, z. B. zur gemeinsamen Entwicklung von Produkten, zur gemeinsamen Bedarfsplanung oder zur gemeinsamen Beschaffung
- Contract Management Tools: Zentrales Vertragsmanagement, zur unternehmensweiten Realisierung und Überwachung von Konditionen
- Decision Support Tools: Unterstützung bei der strukturierten Analyse und bei der Entscheidungsvorbereitung (Auswahl von Lieferanten, Make-or-Buy Entscheidungen)
- eRFI/eRFQ Tools: RFI – Request for Information, RFQ – Request for Quote, Ausschreibungswerkzeuge, um Bedarfe zu publizieren und Lieferanten zur Abgabe von Produktbeschreibungen und Leistungen aufzufordern.
- Reverse Auction Tools: Durchführung von „umgekehrten“ Auktionen zur Findung des günstigsten Preise für einen ausgeschriebenen Bedarf.

Neben diesen Werkzeugen für einzelne Teilaspekte des SRM-Aufgabenspektrums gibt es auch Komplettlösungen von verschiedenen Herstellern, wie z. B. SAP mit mySAP SRM oder Oracle mit der eBusiness Suite. Der Ansatz dieser integrierten Werkzeuge ist die Bereitstellung von Funktionen zur Abdeckung der gesamten SRM Phasen und Aktivitäten. Abb. 2.4 stellt das Funktionsspektrum der Lösung mySAP SRM von SAP dar.



Quelle: [Vgl. SAP2006a]

**Abb. 2.4 Funktionsspektrum von mySAP SRM**

Dabei gibt es ebenso eine grobe Einteilung in drei Aufgabenbereiche: Strategischer Einkauf, operativer Einkauf und Zusammenarbeit oder Kollaboration mit Lieferanten. Die Funktion Lieferantenauswahl subsumiert Teilaufgaben wie, Lieferantenidentifikation, -evaluierung, -selektion und -qualifizierung.

Mit dem Supplier Relationship Management ist ein Konzept verfügbar, das alle Aspekte im Management von Lieferantenbeziehungen abdeckt. Laut Gartner stellt SRM einen Rahmen zur Verfügung „[...] by taking a broad, multidisciplinary approach to managing suppliers to create a full life cycle view of supply decisions“ [HHP+2002, S. 1]. Obwohl die Vorteile dieses Konzeptes auf der Hand liegen und auch vereinzelt positive praktische Ergebnisse vorliegen, sind entsprechende Werkzeuge noch nicht umfassend im Einsatz, sondern kommen erst so langsam auf den „radar screen of many CEO`s“ [HHP+2002, S. 3].

### 2.1.3 Supply Chain Management - SCM

Der Begriff des Supply Chain Management (SCM) wurde in den 1980er Jahren in den USA geprägt und hat seitdem große Verbreitung gefunden und auch stetig an Bedeutung gewonnen [Vgl. Wern2000, S. 4]. Dazu haben verschiedene Trends beigetragen, wie z. B. der vertikalen Desintegration, des Outsourcing, des Just-in-time (JIT), sowie Programme zur Reduktion der Lieferantenbasis oder die Neugestaltung von Lieferantenbeziehungen auf Basis von partnerschaftlichen Ansätzen [Vgl. Harl1996, S. 64]. „Basierend auf der Wertschöpfungskette (Value Chain) [...] wird im Supply Chain Management Mitte der 1980er Jahre der Gedanke einer Integration von Unternehmensaktivitäten aufgegriffen“ [Wern2000, S. 4]. SCM wird sogar betrachtet als „der führende Ansatz, um verborgenes Potential in der Wertschöpfungskette zu erschließen“ [Affe2002, S. 13]. Es geht also um Konzepte für die interne wie externe Integration von Unternehmensbereichen bzw. ganzen Unternehmen zur Optimierung der gesamten Wertschöpfungskette.

Die Supply Chain, übersetzt die Versorgungs- oder Lieferkette, repräsentiert also eine Wertschöpfungskette. Eine Supply Chain wird aus Unternehmen gebildet, „[...] die an der Entwicklung, Erstellung und Lieferung eines Erzeugnisses (Produkt oder Dienstleistung) beteiligt sind. Die Supply Chain erstreckt sich vom Rohstofflieferanten bis zum Endverbraucher“ [Beck2004, S. 1]. Auf Basis dieser Definition einer Supply Chain ist das Supply Chain Management (auch als Lieferkettenmanagement bezeichnet) „[...] die unternehmensübergreifende Koordination der Material- und Informationsflüsse über den gesamten Wertschöpfungsprozess von der Rohstoffgewinnung über die einzelnen Veredelungsstufen bis hin zum Endkunden mit dem Ziel, den Gesamtprozess sowohl zeit- als auch kostenoptimal zu gestalten“ [BuDa2002, S. 6]. Unter Einbeziehung von Dienstleistungen als weitere Betrachtungsobjekte lässt sich Supply Chain Management beschreiben als „[...] the network of organisations that are involved, through upstream and downstream linkages, in the different processes and activities that produce value in the form of products and services in the hands of the ultimate consumer“ [Harl1996, S. 67]. Auch Stadler stellt den Kunden und die Wettbewerbsfähigkeit in den Vordergrund und definiert Supply Chain Management “[...] as the task of integrating organizational units along a supply chain and coordinating materials, information and financial flows in order to fulfil (ultimate) customer demands with the aim of improving competitiveness of a supply chain as a whole” [Stad2000, S. 9].

Diese Definitionen enthalten zwei wesentliche Aspekte: Zum einen beruht SCM auf prozessorientierter Kooperation und Zusammenarbeit von vielen Partnern, zum anderen umspannt das SCM den gesamten Produktzyklus, von der Rohstoffgewinnung bis zum

Endprodukt [Vgl. Ferg2000, S. 64]. Davon betroffen sind Aktivitäten wie Planung, Produktdesign und -entwicklung, Beschaffung, Produktion, Zusammenbau, Transport, Lagerung, Distribution und Service [Vgl. Tan2001, S. 40]. Fleischmann et al. definieren Beschaffung, Produktion, Distribution und Verkauf als die vier Hauptprozesse in der Supply Chain, für die substantiell unterschiedliche Planungsaufgaben zu erfüllen sind [Vgl. FIMW2000, S. 62f]. Harland spricht von vier Ebenen, in denen Supply Chain Management zur Anwendung kommt [Vgl. Harl1996, S. 64]:

- Unternehmensintern: Die interne Supply Chain integriert alle Unternehmensbereiche, die in den Fluss von Gütern und Informationen involviert sind.
- Dyadisch: Das Management von direkten Lieferanten in einer dyadischen Struktur
- Lieferkette: Das Management einer Lieferkette bestehend aus den Lieferanten des Lieferanten, dem Lieferanten, dem Kunden und den Kunden des Kunden.
- Liefernetzwerk: Das Management eines kompletten Liefernetzwerkes, das alle Partner umfasst, die zur Herstellung und Lieferung eines Produktes an den Endkunden beteiligt sind.

Ideal wäre also eine Integration aller an der Lieferkette oder am Liefernetzwerk beteiligter Unternehmen. In der Praxis können dies sehr große und komplexe Strukturen sein, deshalb empfiehlt sich die Konzentration auf strategische Partner und damit strategische Lieferketten bzw. Liefernetzwerke [Vgl. TaLW2002, S. 615]. Ein Ansatz, dem auch die vorliegende Arbeit folgt.

Die Aufgaben des Supply Chain Managements lassen sich nach Beckmann aufteilen in die drei Bereiche Gestaltung, Lenkung und Entwicklung [Vgl. Beck2004, S. 3]:

- Gestaltung: Schaffung einer zweckgerichteten und handlungsfähigen Supply Chain, die lenkungs- und entwicklungsfähig und damit auch flexibel ist.
- Lenkung: Die Supply Chain unter Kontrolle halten, damit sie gewünschte Zielzustände annimmt und beibehält.
- Entwicklung: Eine kontinuierliche Weiterentwicklung der Supply Chain zur qualitativen Verbesserung.

Mit dem Einsatz von SCM soll allgemein eine Maximierung des Kundennutzens und eine Minimierung der dafür aufgewendeten Kosten erreicht werden [Vgl. Beck2004, S. 12]. Das SCM richtet sich deshalb an folgenden Zielen aus [Vgl. CoGö2001, S. 95]:

- Reduktion der gesamten Durchlaufzeiten
- Verringerung der Bestände in der Supply Chain und damit Verringerung der Kapitalbindung
- Erhöhung der Liefertreue

Es geht also hauptsächlich um die Erhöhung des Serviceniveaus für den Endverbraucher und um die Kostensenkung über alle Wertschöpfungsstufen.

Durch den konsequenten Einsatz des SCM Konzeptes konnten Erfolge bei der Erreichung dieser Ziele bereits in der Praxis nachgewiesen werden. Göpfert fasst hierzu einige Ergebnisse zusammen [Vgl. Göpf2002, S. 36]:

- Verkürzung der Durchlaufzeit um 50%.
- Reduktion der Sicherheitsbestände um 20 bis 50%.
- Kostenreduktion um 20%.

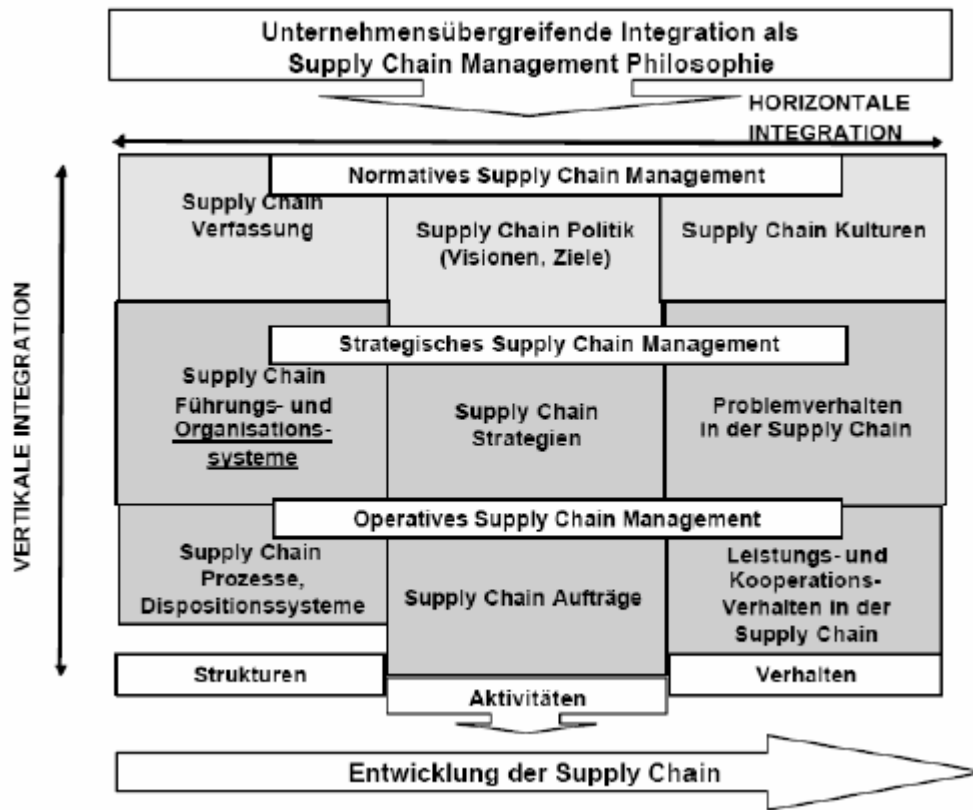
Beckmann führt hierzu ergänzend noch die Steigerung der Kundenzufriedenheit an, die durch eine größere Termintreue um 5% und eine Verbesserung der Lieferfähigkeit um 15 – 50% erreicht wird [Vgl. Beck2004, S. 15].

SCM besteht aus einem umfangreichen Aufgabenspektrum. Dabei lassen sich die verschiedenen Aufgabengebiete einem Bezugsrahmen zuordnen. Beckmann verweist hier auf den Bezugsrahmen des integrierten Managements von Bleicher und schlägt die Einteilung in normative, strategische und operationale Dimensionen vor. Dieser Bezugsrahmen ist in Abb. 2.5 dargestellt.

Das normative Management beschäftigt sich mit „[...] den generellen Zielen sowohl der Supply Chain, mit Prinzipien und Normen, die darauf ausgerichtet sind, die Lebens- und Entwicklungsfähigkeiten der Supply Chain insgesamt sicherzustellen“ [Beck2004, S. 12]. Es werden also die generellen Netzwerkziele, die Vision, die Kultur, und die Politik formuliert. Die Supply Chain Vision „[...] bildet das wünschenswerte und realistische Zukunftsbild der Wertschöpfungspartner über das gemeinsame Wertschöpfungsnetz einschließlich der Wege zu deren Erreichung für die Sicherung einer erfolgreichen Netzwerkentwicklung“ [Göpf2002, S. 40] ab. Wie Abb. 2.5 verdeutlicht wird dabei die



Supply Chain Politik flankiert und beeinflusst von der Supply Chain Verfassung und der Supply Chain Kultur.



Quelle: [Rade2004, S. 27]

Abb. 2.5 Bezugsrahmen des Supply Chain Managements

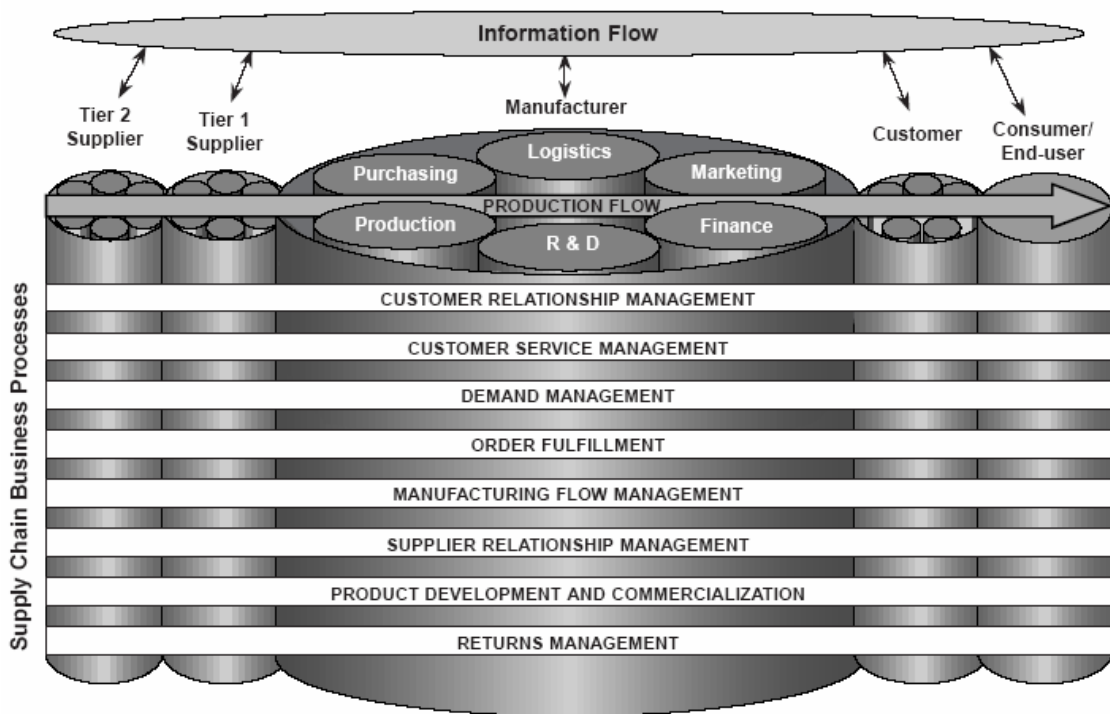
Aus der Vision bzw. der Supply Chain Politik leitet das strategische Supply Chain Management die Supply Chain Strategien ab, um die Erfolgspotentiale zu erschließen. Die Aufgabe besteht also darin, Aktivitäten zu entwickeln, zu gestalten und zu integrieren, deren Ziel „[...] der Aufbau, die Pflege und die Ausbeutung logistischer Erfolgspotentiale innerhalb der Supply Chain“ [Rade2004, S. 30] ist. Damit dies ganzheitlich funktionieren kann, muss für eine grundlegende Integration der am Wertschöpfungsprozess beteiligten Unternehmen sowohl in Hinsicht auf deren Strukturen als auch deren Managementsystemen gesorgt werden. Als Ergebnis von gemeinsamen Supply Chain Strategien sollte sich die Entwicklung von Unternehmensnetzwerken ergeben, die global agieren können, Wertschöpfungsprozesse integrieren und an den Kundenbedürfnissen ausgerichtet sind. Daraus folgen die Beschaffungs-, die Produktions- und die Distributionsstrategie als Teilbereiche des strategischen Supply Chain Managements. Knolmayer et al. teilen die damit verbundenen Aufgaben in die Bereiche betriebsintern, marktorientiert und kooperationsorientiert ein [Vgl. KnMZ2000, S. 5].

Auf eine weitere Detaillierung der strategischen Aufgaben soll an dieser Stelle verzichtet werden, da sie den Rahmen dieser Arbeit sicherlich sprengen würde. Es soll hier nur festgehalten werden, dass ein wesentlicher strategischer Teilbereich die Beschaffung ist. Als wichtige strategische Aufgaben lassen sich in diesem Teilbereich anführen [Vgl. KnMZ2000, S. 5]:

- Entscheidung über Eigenfertigung oder Fremdbezug (betriebsintern)
- Beschaffungsstrategie (marktorientiert)
- Lieferantenmanagement (marktorientiert)
- Lieferantenstrukturpolitik (kooperationsorientiert)
- Rechtliche Ausgestaltung von Kooperationen (kooperationsorientiert)

Der Bezugsrahmen wird abgeschlossen durch das operative Supply Chain Management. Die damit verbundenen Funktionen bestehen in der „[...] Umsetzung der normativen und strategischen Vorgaben in operatives Handeln, das auf effektive und effiziente material-, leistungs-, finanz- und informationswirtschaftliche Prozesse zielt“ [Beck2004, S. 14].

Um die Erfolgspotentiale des SCM ausschöpfen zu können, ist es erforderlich, dass die beteiligten Unternehmen einen Standardsatz von Prozessen integrieren [Vgl. CGLR2001, S. 13]. Abb. 2.6 gibt einen Überblick über diesen Standardsatz, der im wesentlichen aus acht durchgängigen Prozessen besteht [Vgl. CGLR2001, S. 14]. Dabei können die Intensität und die Priorität der jeweiligen Prozesse in den dargestellten Stufen variieren. So werden die kundenorientierten Prozesse natürlich eher in den dem Kunden zugewandten Stufen eine Rolle spielen, wobei die Prozesse wie Supplier Relationship Management und Produkt Development auf Seiten der Lieferanten angesiedelt sind. Trotzdem erscheint es für eine erfolgreiche SCM Implementierung wichtig, dass alle beteiligten Unternehmen diese Prozesse kennen und die für sie wesentlichen Elemente integrieren [Vgl. CGLR2001, S. 14]. Auch bei dieser prozessorientierten Betrachtung zeigt es sich, dass die Aufgaben des Supplier Relationship Management einen Schlüsselprozess im SCM darstellen. Eine weitere Vertiefung der Supply Chain Prozesse kann anhand des Supply Chain Reference Model (SCOR) erfolgen, das vom Supply Chain Council (SCC) entwickelt und betreut wird. Dieses Model umfasst eine Vielzahl von Prozessbeschreibungen in verschiedenen Detaillierungsstufen, Best Practices aus verschiedenen Branchen, Kennzahlen und Messgrößen und kann als Basis für eine Implementierung im Unternehmen eingesetzt werden [Vgl. Beck2002, S. 67-84; SCOR2006].



Quelle: [CGLR2001, S. 14]

**Abb. 2.6 Standardsatz von wichtigen SCM Prozessen**

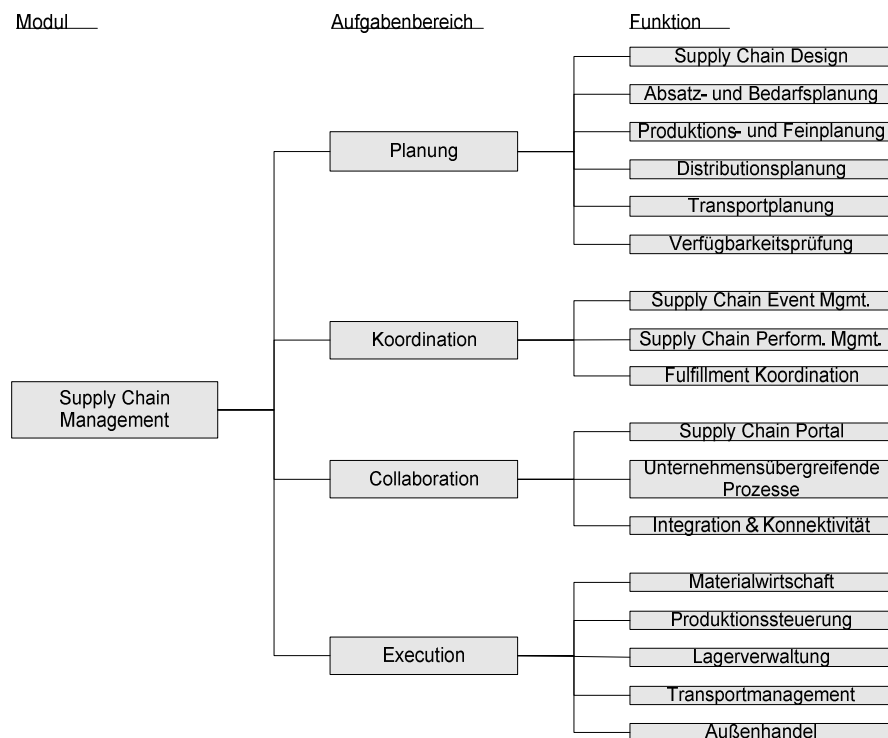
Sowohl aus den Betrachtungen zum Bezugsrahmen als auch bei der Besprechung der prozessorientierten Sicht von SCM wird schnell klar, dass es sich um ein sehr umfangreiches und komplexes Konzept handelt. Zur erfolgreichen Umsetzung des SCM sind deshalb nach Auffassung von Hellingrath et al. drei fundamentale Bausteine notwendig [Vgl. HHLN2002, S. 189]:

- Die Integration aller Partner der Wertschöpfungskette in die übergreifenden Aufgaben durch ein prozessorientiertes Kooperationsmanagement
- Das Design der Kernprozesse und die ganzheitliche, prozessorientierte Gestaltung und Steuerung aller Flüsse von Informationen, Materialien und Finanzmitteln in der Wertschöpfungskette
- Der Einsatz moderner IT-Systeme mit zwei Funktionsbereichen: Koordination und Kommunikation

Verschiedene Aspekte zu den ersten beiden Bausteinen wurden bereits weiter oben besprochen. Der dritte Baustein ist sicherlich ein sehr wesentlicher, da die umfangreichen, unternehmensübergreifenden Prozesse nur durch eine effektive und effiziente IT Unterstützung überhaupt zu bewältigen und einigermaßen flexibel zu gestalten sind. Als Bei-

spiel für eine IT-Unterstützung sind in Abb. 2.7 die Funktionen von mySAP SCM dargestellt.

Diese Lösung von SAP umfasst die Funktionsbereiche Planung, Koordination, Kollaboration und Ausführung (Execution). Die Ausführung unterstützt dabei alle operativen Prozesse, wie z. B. Materialwirtschaft, Produktionssteuerung oder Lagerverwaltung. Die Funktionen im Bereich Koordination dienen zur Überwachung und Steuerung dieser operativen Prozesse. Unter Kollaboration werden alle Funktionen zusammengefasst, die eine Zusammenarbeit der beteiligten Unternehmen ermöglichen, wie z. B. die benutzerorientierte Integration über ein Supply Chain Portal oder die prozessorientierte Integration über unternehmensübergreifende Prozesse (VMI – Vendor Managed Inventory, CPFR – Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment). Ausgangspunkt des Supply Chain Management ist allerdings eine umfassende Planung. Hierzu gehören Funktionen wie z. B. das Supply Chain Design (Ausrichtung der Infrastruktur, Standortfragen), die Absatz- und Bedarfsplanung (Beschaffungspläne) oder die Produktions- und Feinplanung (optimierte Pläne unter Berücksichtigung von Ressourcen-, Material-, und Bezugsrestriktionen).



Quelle: [SAP2006b]

**Abb. 2.7 Funktionsspektrum von mySAP SCM**

Es fällt bei dieser Lösung jedoch auf, dass keine expliziten Funktionen zum Lieferantenmanagement vorgesehen sind. Vielmehr weist SAP in den entsprechenden Funktio-

nen (z. B. im Bereich Planung) darauf hin, dass das Lieferantenmanagement über my-SAP SRM (siehe 2.1.2) erfolgen sollte.

Diese Verbindung zwischen SCM und SRM wird auch von Gartner so gesehen: „SRM is the latest of a series of innovations within SCM and represents an incremental development“ [HHP+2002, S.9]. Die Funktionen des Beziehungsmanagement mit Lieferanten sind also nicht integraler Bestandteil von SCM Lösungen, sondern werden von SRM Systemen zugeliefert. In diesem Sinne liefert das SCM Konzept auch keine weiterführenden, strategischen Überlegungen zum Umgang mit Lieferanten oder Liefernetzen, vielmehr setzt es deren Existenz voraus.

#### **2.1.4 Supply Network Management – SNM**

„An increasing number of researchers are changing their focus from final producers` management of integrated supply chains to concentrate on the concept of supply networks“ [AnCh2005, S. 1261]. Diese Veränderung des Betrachtungsobjektes von der supply chain zum supply network lässt sich nach Buscher auch damit begründen, “[...] dass bereits ein einzelnes Unternehmen – selbst produkt- beziehungsweise produktgruppenbezogen – in der Regel nicht nur einen Lieferanten und einen Abnehmer aufweist, sondern vielfältige Beziehungen zu mehreren vor und nachgelagerten Kettengliedern pflegt“ [Busc2003, S. 57]. Es erscheint somit angebracht, den Begriff der Versorgungskette (Supply chain) durch den Begriff des Versorgungsnetzwerkes (Supply network) zu ersetzen und vermehrt von Supply Network Management anstatt von Supply Chain Management zu sprechen [Vgl. Busc2003, S. 57]. Laut Harland et al. ist das Konzept des supply networks wesentlich komplizierter, als das Konzept der Supply chain, da „[...] supply networks encompass the mess and complexity of networks involving lateral links, reverse loops, and two-way exchanges, and include a broad, strategic view of resource acquisition, development, management, and transformation. Supply chain management tends to concentrate on more simplistic, linear, and unidirectional flows of materials and associated information, taking a less strategic, logistical perspective“ [HLZJ2001, S. 22]. Die höhere Komplexität und die noch relativ neue Konzentration der Betrachtungen auf supply networks sind u. a. Gründe dafür, dass es noch kein allgemein verfügbares und akzeptiertes Konzept für das Supply Network Management gibt. Nach Hameri et al. gestaltet sich das Management eines solchen komplexen, adaptiven Systems, wie es ein Supply network darstellt, sehr schwierig [Vgl. HaPa2005, S. 42]. Auch Yee et al. kommen bei ihrer recht aktuellen Untersuchung zu dem Schluss, dass „[...] Despite the rapid growth of supply network research, effective strategies for supply network management are still in their infancy“ [YePI2005, S. 3].

Da der Hauptfokus der Arbeit auf der Domäne der strategischen Liefernetze liegt, soll der Definition des supply networks im Folgenden ein eigener Abschnitt gewidmet werden (siehe Kapitel 2.2). An dieser Stelle sei deshalb zunächst nur erwähnt, dass „[...] networking can be seen as a transformation process of ‚independent‘ actors and resources into a more closely knit configuration of a (supply) network“ [JWZ+2000, S. 163]. Das Liefernetz wird also durch die Zusammenführung von unabhängigen Unternehmen gebildet. Der Prozess der Transformation kann in zwei Phasen aufgeteilt werden: Die der Formierung und die des Betriebs des Liefernetzes. „[...] ‚creation‘ refers to the formation of a set of relationships between actors (and their activities and resources) involved in the supply of a product/service package and ‚operation‘ refers to the continuous effort to sustain and improve this configuration and thereby ultimately improve this package“ [JWZ+2000, S. 163]. Aus den Untersuchungen von Johnson et al. hat sich ergeben, dass im Wesentlichen neun Aktivitäten notwendig sind, um ein Liefernetz zu formieren und es zu betreiben [Vgl. JWZ+2000, S. 166]:

- Auswahl von Partnern: Identifizieren und selektieren der richtigen Netzwerkpartner
- Integration der Betriebsmittel: Integration sowohl von Anlagen als auch von Mitarbeitern
- Verarbeitung von Information: Integration der Informationsprozesse und der Informationssysteme
- Bereitstellung von Wissen: Organisatorisches Lernen und Austausch von Wissen
- Soziale Koordination: Stabile Kontakte und Aufbau von Vertrauen
- Aufteilung von Risiken und Chancen: Transparenz der Kosten, Übernahme von Risikoanteilen durch die einzelnen Netzwerkpartner
- Treffen von Entscheidungen: Gemeinsames Treffen von Entscheidungen und gemeinsame Kontrolle der Ergebnisse
- Lösen von Konflikten: Erkennen von Konfliktsituationen, gemeinsames Suchen und Finden von Konfliktlösungsstrategien

Diese Aktivitäten sind sowohl bei der Formierung als auch beim Betrieb der Liefernetze wichtig, wobei die Auswahl der Partner schwerpunktmäßig bei der Formierung des Liefernetzes zum Tragen kommt.

Die Übertragung und Anpassung der Methoden und Verfahren des Supply Chain Management auf die Versorgungs- bzw. Liefernetze ist ein weites Feld und steckt sicherlich noch in den Anfängen. Insbesondere, wenn es um den operativen Aufgabenbereich des SCM geht, wie z. B. der Produktionssteuerung oder der Bedarfs- und Absatzplanung. Um die damit verbundenen Aufgaben in Angriff zu nehmen, ist es zunächst notwendig, die strategischen Fragestellungen in Verbindung mit Supply networks bzw. Supply network management zu beantworten.

### **2.1.5 Problemstellung und Handlungsbedarf**

Der Paradigmenwechsel in der Beschaffung ist in vielen Branchen offensichtlich: In den Fokus kommen ganze Liefernetzwerke und nicht mehr nur einzelne, direkt angebundene Lieferanten. Mit dieser Erweiterung des Betrachtungsobjektes geht allerdings auch der Wunsch der Beschaffungsfunktion einher, diese Netzwerke in ähnlicher Weise kontrollieren und steuern zu können, wie dies bei den direkt angebotenen Lieferanten durch die Methoden und Verfahren des SRM, die ganz speziell auf ein solches dyadisches Beziehungsmanagement ausgelegt sind, möglich ist. Insbesondere bei der Arbeit mit strategischen Liefernetzwerken scheint eine transparente Sicht auf das gesamte Netzwerk eine unabdingbare Voraussetzung für eine effektive und effiziente Zusammenarbeit zu sein.

Dabei kommt der Formierung bzw. Identifikation und Selektion solcher strategischen Liefernetze eine bedeutende Rolle zu. Denn wird „[...] die Netzwerkbildung zum vorherrschenden Prinzip in einer Branche, so kommt es zur Verlagerung des Wettbewerbs auf die Ebene der Netzwerke. Es konkurrieren dann Gruppen von Unternehmen, deren Gesamtleistung entscheidend ist für die Wettbewerbsfähigkeit aller involvierten Unternehmen“ [RiKI2002, S. 9]. Die „Qual der Wahl“ besteht somit nicht mehr nur zwischen einzelnen Lieferanten, sondern zwischen ganzen Liefernetzen.

Damit kommen auf die Beschaffungsfunktion im Unternehmen ganz neue Anforderungen zu. Strategisch muss sie:

- ganze Liefernetze identifizieren und kritische Liefernetzknotten bzw. kritische Teilnetze erkennen.
- Liefernetze bewerten, um ein der Beschaffungsstrategie konformes Liefernetz zu selektieren.

Als neue operative Aufgaben muss die Beschaffungsfunktion:

- Liefernetze kontrollieren und steuern
- Liefernetze qualifizieren und entwickeln

Weder die aktuellen Konzepte des SRM noch die des SCM liefern Unterstützung für diese neuen Anforderungen. Darüber hinaus steckt die Formulierung von Methoden und Verfahren zum Supply Network Management noch in den Anfängen. Es besteht somit Handlungsbedarf.

Diesen Handlungsbedarf greift die vorliegende Arbeit auf und hat zum Ziel, einen Beitrag zur Unterstützung der neuen strategischen Anforderungen der Beschaffungsfunktion zu liefern. Auf Basis von Vorarbeiten im Bereich der Identifikation von Liefernetzen werden in Kapitel 3 Methoden und Verfahren vorgeschlagen, um strategische Liefernetze zu evaluieren und zu selektieren und damit zu formieren. Ein wesentlicher Aspekt bei der Formierung von strategischen Liefernetzen ist die Identifikation von kritischen Liefernetzknotten bzw. kritischen Teilnetzen. Entsprechende Vorgehensweisen und Kriterien werden in Kapitel 4 ausgearbeitet und vorgeschlagen. Die Arbeit wird abgerundet durch eine Gestaltungsempfehlung für ein entsprechendes Interorganisationssystem.

Da bereits Begriffe wie Liefernetz oder strategisches Liefernetzwerk gebraucht wurden und diese Begriffe auch grundlegende Betrachtungsobjekte in der vorliegenden Arbeit darstellen, ist es zunächst wichtig, diese Begriffe zu definieren und falls notwendig gegeneinander abzugrenzen.

## **2.2 Grundlagen der strategischen Liefernetze**

Jedes Unternehmen ist eingebunden in eine Umwelt, die wiederum aus anderen Unternehmen aber auch aus vielfältigen anderen Objekten wie z. B. Individuen, Gruppen oder Behörden besteht. Corsten et al. sprechen dabei allgemein von einem Netzwerk als einem alltäglichen Phänomen, da sich Personen bzw. Organisationen unterhalten oder Beziehungen zu anderen Personen bzw. Organisationen suchen und diese Verbindungen dann ein Geflecht sozialer, ökonomischer oder politischer Beziehungen ergeben, die dann das interessierende Netzwerk formen [Vgl. CoGö2001, S. 1]. Somit besteht ein Netzwerk aus Akteuren, den von diesen Akteuren ausgehenden Aktivitäten und den zwischen den Akteuren ausgetauschten Ressourcen (z. B. Güter oder Dienstleistungen) [Vgl. Maye2000, S. 72].

Der Erfolg eines Unternehmens wird nicht mehr nur geprägt durch die internen Stärken, sondern immer mehr auch durch die erfolgreiche Gestaltung der Beziehungen zu anderen Unternehmen. In vielen Branchen, z. B. die Automobilbranche, sind Interorganisati-



onsbeziehungen bereits zentrale, strategische Ressourcen [Vgl. Ball1998, S. 7]. Den Unternehmen stellt sich somit die strategische Aufgabe, „[...] externe Ressourcen zu erschließen, diese sinnvoll in den eigenen Leistungserstellungsprozess zu integrieren, die Schnittstellen zu optimieren und die Beziehungen zu anderen Organisationen auszugestalten und zu steuern“ [Männ1996, S. 4]. Dabei haben Unternehmen immer stärker die Zulieferseite im Fokus, wie bereits bei den Betrachtungen zur Beschaffungsfunktion in Kapitel 2.1.1 ausgeführt.

Im Folgenden soll nun der Begriff des strategischen Liefernetzes ausführlicher besprochen und definiert werden. Ausgangspunkt hierzu sind allgemeine Betrachtungen zu Unternehmensnetzwerken, aus denen dann die spezifischen Aspekte der strategischen Liefernetze abgeleitet werden. Da Unternehmensnetzwerke als Anordnungen von Knoten (Unternehmen) und Kanten (ökonomische Austauschbeziehungen) aufgefasst werden können [Vgl. Maye2000, S. 72], wird auch eine formale Definition der strategischen Liefernetze auf Basis der Graphentheorie hergeleitet. Diese formale Definition dient als Basis für Betrachtungen zu Methoden, Verfahren und Algorithmen in den Kapiteln 3 und 4.

### **2.2.1 Definition eines strategischen Liefernetzes**

Unternehmensnetzwerke stellen keine grundsätzlich neue Form der unternehmerischen Zusammenarbeit dar. Allerdings haben verschiedene Trends, wie z. B. die Konzentration auf die Kernkompetenzen, die Reduktion der Fertigungstiefe oder die verstärkte Kundenorientierung dazu geführt, dass Unternehmensnetze stärker ins Bewusstsein gerückt sind und auch höhere Aufmerksamkeit erfahren. Die Unternehmen agieren in einem Spannungsfeld zwischen Wettbewerbsfähigkeit, Widerstandsfähigkeit und kontinuierlicher Wandlungsfähigkeit [Vgl. Wirt2002, S. 199]. Wesentliche Motive für die Bildung von Unternehmensnetzwerken ergeben sich deshalb neben Effizienz- und Kostenvorteilen auch aus der Möglichkeit einer effektiveren Leistungserstellung [Vgl. Ange2002, S. 539].

Sydow hat in seinem Werk über strategische Netzwerke folgende, viel zitierte Definition zu Unternehmensnetzen geliefert: „Ein Unternehmensnetzwerk stellt eine auf die Realisierung von Wettbewerbsvorteilen zielende Organisationsform ökonomischer Aktivitäten dar, die sich durch komplex-reziproke eher kooperative denn kompetitive und relativ stabile Beziehungen zwischen rechtlich selbständigen, wirtschaftlich jedoch zu meist abhängigen Unternehmungen auszeichnet“ [Sydo1992, S. 79]. Ein wesentlicher Aspekt dabei sind wechselseitige und mehrschichtige („komplex-reziprok“) zwischenbetriebliche Kooperationen, die dann vorliegen, „[...] wenn zwei oder mehrere Unter-

nehmen aufgrund freiwilliger vertraglicher Abmachungen gewisse Aufgaben gemeinschaftlich erfüllen in der Erwartung, hierdurch einen – gegenüber dem jeweils individuellen Vorgehen – höheren Grad der Zielerfüllung zu erreichen“ [Ball1998, S. 16]. Ein auf Kooperation aufgebautes Unternehmensnetz soll also die Wettbewerbsfähigkeit der Netzwerkpartner stärken, indem für alle Beteiligten ein höherer Mehrwert entsteht, wie z. B. neue bzw. ergänzende Fähigkeiten, eine größere Menge an Ressourcen oder besserer Zugang zu Märkten oder Technologien.

Nimmt das Unternehmensnetz eine strategische Bedeutung für ein Unternehmen ein, so spricht man entsprechend von einem strategischen Netzwerk. Jarillo sieht strategische Netzwerke als „[...] long-term, purposeful arrangements among distinct but related for-profit organizations that allow those firms in them to gain or sustain competitive advantage vis-à-vis their competitors outside the network“. Firms in the network are independent along some dimensions (i.e. they are not completely dependent on each other)” [Jari1988, S. 32]. Die strategische Dimension ergibt sich dabei u. a. durch die Langfristigkeit, Wichtigkeit und Proaktivität sowie durch explizit formulierte Ziele des Netzwerkes, durch eine formale Struktur mit entsprechenden Rollen und eine eigene Identität des Netzwerkes [Vgl. Sydo1992, S. 80-82]. Sowohl Sydow als auch Jarillo gehen bei ihren Definitionen davon aus, dass ein strategisches Netzwerk von ein oder mehreren fokalen Unternehmen („hub firm“) strategisch geführt werden. Demnach stellt nach Sydow ein strategisches Netzwerk als Erweiterung der Definition eines Unternehmensnetzwerkes) „[...] eine auf die Realisierung von Wettbewerbsvorteilen zielende, polyzentrische, gleichwohl von einer oder mehreren Unternehmen strategisch geführte Organisationsform ökonomischer Aktivitäten zwischen Markt und Hierarchie dar, die sich durch komplex-reziproke, eher kooperativ denn kompetitive und relativ stabile Beziehungen zwischen rechtlich selbständigen, wirtschaftlich jedoch zumeist abhängigen Unternehmungen auszeichnet“ [Sydo1992, S. 82]. Der polyzentrische Ansatz geht davon aus, dass ein Netzwerk über mehrere Handlungs- und Entscheidungszentren verfügt, was das Netzwerk resistenter gegen strukturelle Änderungen macht (z. B. Ausscheiden von Unternehmen) [Vgl. Männ1996, S. 30]. Gleichwohl nimmt das fokale Unternehmen aufgrund der strategischen Führungsaufgabe eine herausgehobene Stellung im Netzwerkverbund ein. Die strategische Führung umfasst dabei Aufgaben wie zentrale Willensbildung und -durchsetzung, aber auch Aspekte wie die Übernahme von Verantwortung für das Unternehmensnetzwerk oder die Durchführung von Koordinationsaktivitäten [Vgl. Männ1996, S. 44]. Das fokale Unternehmen gründet das Netzwerk, koordiniert die Wertschöpfung und sorgt für ein einheitliches Auftreten am Markt [Vgl. CoGö2001, S. 21].

Aufgrund der Einordnung der strategischen Netzwerke als Organisationsform zwischen Markt und Hierarchie wird auch häufig der Begriff Hybridform oder intermediäre Form verwendet [Vgl. Klei1996, S. 89]. Markt und Hierarchie gelten als idealtypische Koordinationsformen ökonomischer Aktivitäten. Ein Markt besteht aus beliebigen Teilnehmern, die voneinander unabhängig sind und sich in gewissen Grenzen rational und opportunistisch verhalten, um eine genau spezifizierte Leistung auszutauschen. Die Koordination erfolgt über den Preis, es sind in der Regel kurzfristige, flüchtige Vereinbarungen. Eine Hierarchie hingegen ist auf Weisung ausgelegt. Es gibt klare Über- bzw. Unterordnungsverhältnisse und damit auch klare Abhängigkeiten. Die Koordination ist geprägt durch langfristige Verträge und basiert somit auf Dauerhaftigkeit und Planung [Vgl. Wink1999, S. 44]. Die Unternehmensnetzwerke als Hybridform sind im Vergleich zu hierarchischen Organisationsformen eher lose gekoppelte, im Vergleich zu marktlichen eher fest gekoppelte Systeme. Das Ziel dieser Zwischenform ist die Verbesserung des Gesamtergebnisses der ökonomischen Aktivitäten durch die Kombination innerbetrieblicher Kontrollmechanismen mit marktorientierten Anreizsystemen [Vgl. Männ1996, S. 36].

Insbesondere in der betriebswirtschaftlichen Domäne der Beschaffung haben strategische Unternehmensnetze mittlerweile eine große Bedeutung erlangt. Betrachtet man eine klassische Lieferkette, so versteht man zunächst unter dem Begriff der Wertschöpfungspartnerschaft „[...] eine strategisch-vertikale Allianz von Unternehmen, die ihre Aktivitäten auf bestimmte Stufen der Wertkette konzentrieren und entlang der Wertkette kooperieren“ [Sydo1992, S. 64]. Dabei wird die ganze Wertkette („value chain“) als Einheit betrachtet, deren Erfolg vom Erfolg der einzelnen Stufen abhängt [Vgl. Ball1998, S. 21]. In der Domäne der Beschaffung finden sich synonym zum Begriff der Wertkette auch die Begriffe Lieferkette oder Versorgungskette. Erweitert man das Betrachtungsobjekt von der „Kette“ zum „Netzwerk“, so lässt sich der Begriff des Liefernetzes bzw. Versorgungsnetzes einführen. Johnson et al. betrachten ein Liefernetz als eine Menge bzw. ein Satz von Lieferketten [Vgl. JWZ+2000, S. 162]. Harland et al. definieren Liefernetze („Supply networks“) als „[...] nested within wider interorganizational networks and consist of interconnected entities whose primary purpose is the procurement, use, and transformation of resources to provide packages of goods and services“ [HLZJ2001, S. 22]. Samaddar et al. betrachten ein Liefernetz als ein System und sprechen von einem „[...] complex adaptive system: it is emerging, self-organizing, dynamic, and evolving [and it] is a collection of firms that seek to maximize their individual profit and livelihood by exchanging information, products, and services with one another“ [SaND2005, S. 6]. Diese Definition schließt neben den ökonomischen Aspekten auch Überlegungen zur Konfiguration und zur Dynamik von Liefernetzen mit ein.

Dynamische Unternehmensnetzwerke sind nach Angeli Organisationsformen, „[...] die teilweise feste Strukturen besitzen und für konkrete Geschäftsoportunitäten situativ die benötigten Kompetenzen in das Netzwerk mit aufnehmen, also durch die Kombination autonomer Organisationseinheiten mit komplementären Kompetenzen entstehen“ [Ange2002, S. 540]. Dabei bildet das fokale Unternehmen bei den strategischen Unternehmensnetzen die Basis für die feste Struktur des Netzwerkes. Die Konfiguration bzw. Formierung des variablen Teils des Netzwerkes kann im Wesentlichen auf zwei Arten durchgeführt werden: selbstorganisatorisch oder durch eine vom fokalen Unternehmen gesteuerte zentrale Planung. Beim selbstorganisatorischen Netzwerkaufbau werden die Netzwerkverbindungen zwischen den einzelnen Netzwerkknoten auf bilateraler Basis aufgebaut [Vgl. Ange2002, S. 541]. In diesem Zusammenhang kann auch von einer Modellierungsaufgabe gesprochen werden. Das Prinzip der Selbstmodellierung wird im Kapitel 2.3 bei den Ausführungen zur Identifikation von strategischen Liefernetzen weiter detailliert.

Auf Basis dieser Ausführungen und in Anlehnung an die dargestellten Definitionen wird im weiteren Verlauf dieser Arbeit unter dem Begriff des *Strategischen Liefernetzes* eine Organisationsform verstanden, die folgende Merkmale aufweist:

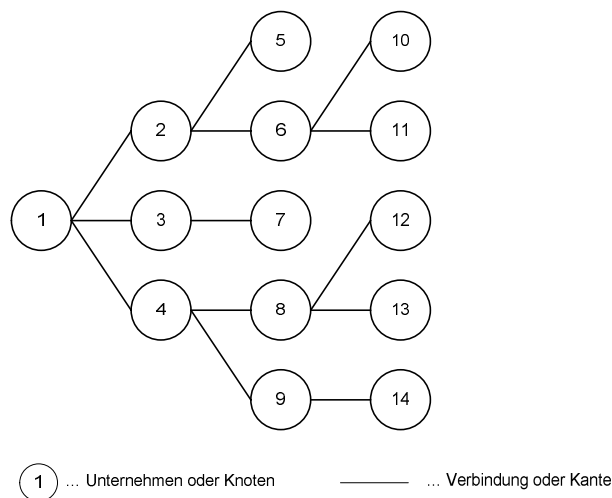
- Ein strategisches Liefernetz ist eine auf die Realisierung von Wettbewerbsvorteilen zielende, hybride Organisationsform ökonomischer Aktivitäten, die sich durch wechselseitige, kooperative und relativ stabile Beziehungen zwischen mehr als zwei rechtlich selbständigen, wirtschaftlich jedoch zumeist abhängigen Unternehmungen auszeichnet.
- Ein strategisches Liefernetz wird von einem fokalen Unternehmen strategisch geführt.
- Die Konfiguration bzw. Formierung des strategischen Liefernetzes basiert auf dem Prinzip der Selbstmodellierung.
- Ein strategisches Liefernetz setzt sich aus Liefernetzknotten (Unternehmen) und den Leistungsaustauschbeziehungen zwischen diesen Knotten (Kanten) zusammen.

Weiterhin sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass die Begriffe Liefernetz, Liefernetzwerk, Unternehmensnetz und Unternehmensnetzwerk in dieser Arbeit synonym verwendet werden und, falls nicht anders vermerkt, dieselbe Bedeutung haben sollen.

## 2.2.2 Formale Definition eines strategischen Liefernetzes

Die in Kapitel 2.2.1 hergeleitete betriebswirtschaftliche Definition des Begriffes „Strategisches Liefernetz“ soll nun zunächst ergänzt werden um eine formale Definition, die es erlaubt, Methoden und Verfahren mit mathematischen Mitteln zu beschreiben. Hierzu bietet sich die Graphentheorie an, deren Konzepte im Folgenden auf die strategischen Liefernetze angewendet werden.

Ein strategisches Liefernetz besteht aus Unternehmen, die Produkte herstellen und aus Verbindungen zwischen diesen Unternehmen, auf denen Produkte transportiert werden. Die Unternehmen können als Knoten dargestellt werden, die Verbindungen als Kanten, die diese Knoten verbinden. In der Regel werden im strategischen Liefernetz aus Vorprodukten bzw. Rohmaterialien Zwischenprodukte hergestellt, aus denen dann wiederum Endprodukte entstehen<sup>2</sup>. Wie in Kapitel 4.2.2 noch detaillierter ausgeführt werden wird, spricht man dabei von konvergierenden Erzeugnisstrukturen. Für die graphentheoretische Betrachtung soll es zunächst genügen, dass diese konvergierenden Erzeugnisstrukturen in einer baumartigen Struktur dargestellt werden können, wie in Abb. 2.8 an einem Beispiel illustriert.

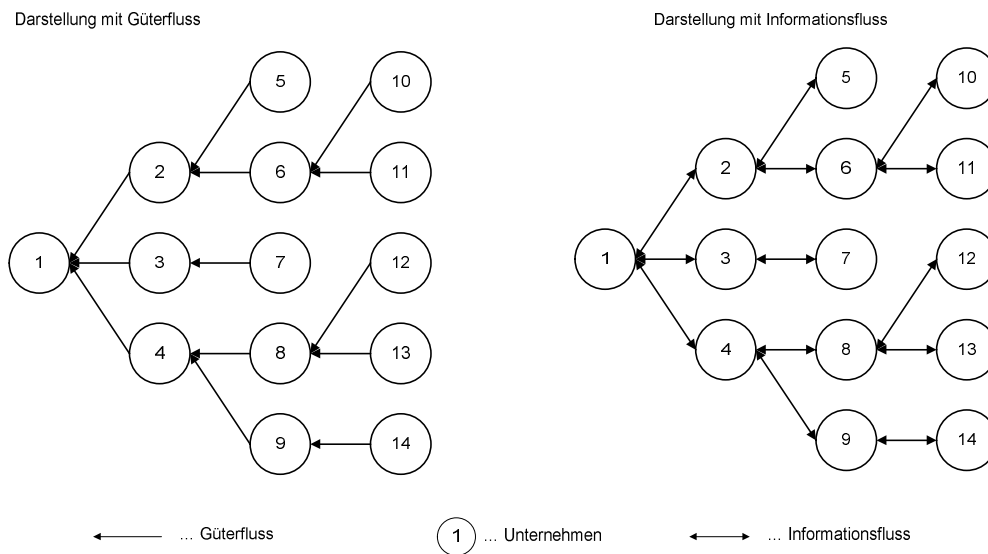


**Abb. 2.8 Baumstruktur eines strategischen Liefernetzes**

Die Verbindungen zwischen den Knoten symbolisieren sowohl Güter- (z. B. Zwischenprodukte) als auch Informationsflüsse (z. B. Bedarfe, Bestellungen, Verfügbarkeitsinformation usw.). Während der Informationsfluss in der Praxis meist in beide Richtungen

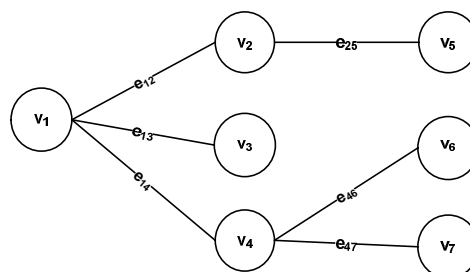
<sup>2</sup> Die vorliegende Arbeit konzentriert sich auf die Betrachtung von Produkten, die sich anhand von Stücklisten darstellen lassen. Andere Produktarten, wie z. B. Kuppelprodukte in der chemischen Industrie, werden nicht berücksichtigt.

erfolgt, ist der Güterfluss zur Wurzel des Baumes (im Beispiel der Knoten mit der Nr. 1) gerichtet, wie in Abb. 2.9 beispielhaft dargestellt.



**Abb. 2.9 Darstellung der Güter- und Informationsflüsse im strategischen Netzwerk**

Im weiteren Verlauf dieser Arbeit wird aus Gründen einer einheitlichen und übersichtlichen Beschreibung die Darstellung eines strategischen Liefernetzes anhand des Güterflusses verwendet. Dies bedeutet natürlich nicht, dass die Informationsflüsse keine Beachtung finden. Es soll vielmehr der Darstellungsform der Erzeugnisstruktur gefolgt werden. Die Graphentheorie definiert einen endlichen Graphen als „ein Paar  $G = (V, E)$  aus einer endlichen Menge  $V \neq \emptyset$  und einer Menge  $E$  von zweielementigen Teilmengen von  $V$ . Die Elemente von  $V$  heißen Punkte (auch Knoten oder Ecken), die von  $E$  Kanten“ [Jung1994, S. 18]. Im weiteren Verlauf der Arbeit wird für die Elemente von  $V$  der Begriff Knoten verwendet. Eine Kante  $e \in E$  ist dabei genau einem Paar von Elementen  $v_x, v_y \in V$  zugeordnet [Vgl. Neum1975, S. 21].



**Abb. 2.10 Beispiel für einen Graphen**

Für den in Abb. 2.10 dargestellten Graphen ergibt sich die Menge aller Knoten zu

$$V = \{v_1, v_2, v_3, v_4, v_5, v_6, v_7\} \quad (2.1)$$

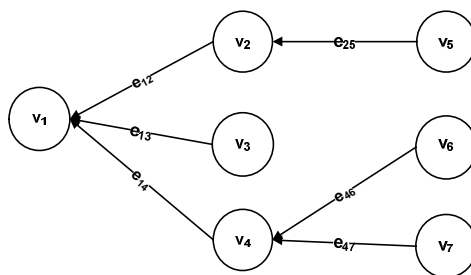
und die Menge aller Kanten zu

$$E = \{e_{12}, e_{13}, e_{14}, e_{25}, e_{46}, e_{47}\} \quad (2.2)$$

Die Kanten lassen sich auch in der Schreibweise  $e = (v_x, v_y)$  darstellen, so dass die Menge aller Kanten auch in der Form

$$E = \{(v_1, v_2), (v_1, v_3), (v_1, v_4), (v_2, v_5), (v_4, v_6), (v_4, v_7)\} \quad (2.3)$$

geschrieben werden kann. Bei dem in Abb. 2.10 dargestellten Graphen handelt es sich um einen sogenannten ungerichteten Graphen, da die Knotenpaare, die die Kanten bilden, nicht geordnet sind [Vgl. Neum1975, S. 21].



**Abb. 2.11 Beispiel für einen gerichteten Graphen**

Im Falle des ungerichteten Graphen bezeichnet man zwei Knoten als Nachbarn, wenn sie durch eine Kante verbunden sind. Geben die Kanten eine bestimmte Richtung vor, sind die Knotenpaare also geordnet, so spricht man von einem gerichteten Graphen, wie in Abb. 2.11 dargestellt.

Bei einem gerichteten Graphen  $G = [V, E]$  werden die gerichteten Kanten in der Schreibweise  $e = [v_x, v_y]$  dargestellt. Ein Knoten  $v_y$  eines gerichteten Graphen heißt unmittelbarer Nachbar oder Nachfolger (bzw. unmittelbarer Vorgänger oder Vorgänger) eines Knoten  $v_x$  wenn eine gerichtete Kante  $[v_x, v_y]$  (bzw.  $[v_y, v_x]$ ) existiert. Die Menge der Nachfolger (bzw. Vorgänger) eines Knotens  $v$  wird mit  $S(v)$  (bzw.  $P(v)$ ) bezeichnet. Die Nachfolger und Vorgänger eines Knotens bilden dessen Nachbarn.

Verbinden mehr als eine Kante zwei Knoten miteinander, so sind diese Kanten parallel. Stimmen die beiden Endknoten einer Kante überein, so spricht man von einer Schlinge. Ein Graph wird als schlicht bezeichnet, wenn er weder parallele Kanten noch Schlingen hat [Vgl. Neum1975, S. 21-22].

Auf Basis dieser grundlegenden Definitionen aus der Graphentheorie lässt sich ein strategisches Liefernetz (wie in Abb. 2.9 dargestellt) als endlicher schlichter gerichteter Graph darstellen, der aus Knoten und Kanten (gerichtete Kanten werden als Kanten

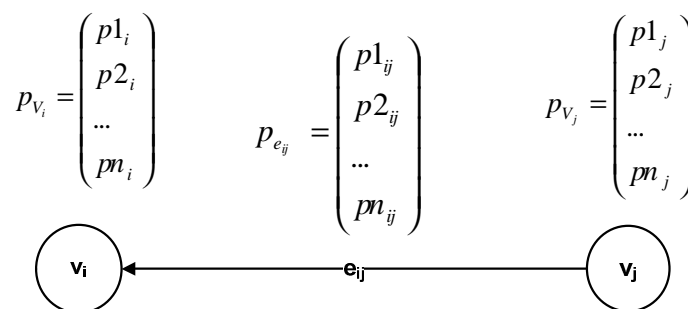
abgekürzt) besteht. Einen solchen Graphen nennt man auch Digraph. Im Rahmen dieser Arbeit wird allerdings weiterhin die einfache Bezeichnung Graph verwendet.

Um die Anzahl der Knoten in einem Graphen zu ermitteln, wird die Mächtigkeit der Menge der Knoten mit Hilfe von  $|V|$  bestimmt. Die Mächtigkeit ist somit eine direkte Aussage über die Größe und Ausdehnung eines strategischen Netzwerkes. Es wird später noch an geeigneter Stelle gezeigt (siehe Kap. 3.3), dass es z. B. sinnvoll sein kann, bei der Evaluation und Auswahl von strategischen Liefernetzen ein Minimum an Knoten zu fordern, da damit die Transparenz im Liefernetz und die Beherrschbarkeit des Liefernetzes erhöht werden.

Insbesondere bei der Betrachtung von Güter- und Informationsflüssen wird es auch notwendig sein, zusammenhängende Teilbereiche eines Graphen zu betrachten. Dabei versteht man unter einem Kantenzug eine Folge von Knoten  $v_1, \dots, v_n$  mit  $e_i = [v_i, v_{i+1}]$  für  $i = 1, \dots, (n-1)$ . Sind alle Knoten  $v_j$  in dem Kantenzug verschieden, dann spricht man von einem Weg [Vgl. Jung1994, S. 22]. Für den in Abb. 2.11 dargestellten Graphen ergibt sich z. B. ein Weg  $wl$  als

$$wl : v_1 \xleftarrow{e_{12}} v_2 \xleftarrow{e_{25}} v_5 \quad (2.4)$$

In den weiteren Betrachtungen zu strategischen Liefernetzen im Zuge dieser Arbeit werden Knoten und Kanten des Netzwerkes mit verschiedenen Parametern versehen, wie z. B. Liefer- oder Transportzeit oder Produktions- oder Transportkosten. Da diese Parameter nicht singular in Erscheinung treten, ist es sinnvoll einen oder mehrere Parametervektoren für Knoten und Kanten einzuführen. Dies ist in Abb. 2.12 veranschaulicht.



**Abb. 2.12 Parametervektoren für Kanten und Knoten**

Wie im Kapitel 3 noch weiter ausgeführt wird, kann z. B. ein Evaluationsvektor eingeführt werden, der aus Elementen wie Lieferzeit und Kosten aber auch aus Informationen zu Liefertreue und Produktqualität zusammengesetzt ist. Darüber hinaus kann ein in Abb. 2.12 visualisiertes Element (als Skalar dargestellt) eines Vektors wiederum eine



komplexe Struktur (z. B. einen weiteren Vektor oder eine hierarchische Aggregation von Kennzahlen) repräsentieren. Mit Hilfe dieses Vektoransatzes werden Kriterien und Methoden beschrieben, die sowohl zur Evaluierung und Selektion von strategischen Liefernetzen, als auch zur Identifikation von kritischen Pfaden und kritischen Knoten geeignet sind.

### **2.3 Modellierung von strategischen Liefernetzen**

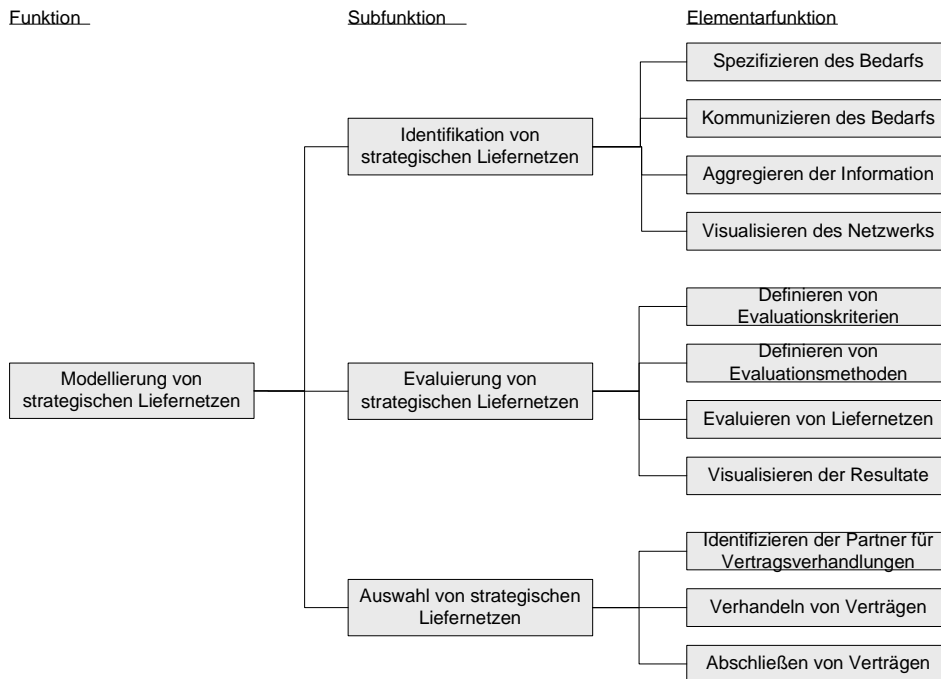
Die Auswahl eines geeigneten strategischen Liefernetzes ist eine wichtige Aufgabe des Supply Network Managements und entscheidet oft über Erfolg oder Misserfolg von Unternehmen, ja sogar ganzen Industrien [Vgl. SaND2005, S. 6]. Man spricht auch von Netzwerkkonfiguration und versteht darunter die Suche, die Identifikation und die Integration von geeigneten Unternehmen als Liefernetzknotten. Adäquate Methoden und Verfahren müssen zur Verfügung stehen, um Partner zu finden, die die benötigten Kompetenzen und Leistungen zur Verfügung stellen können. Für ein Unternehmen ist es wünschenswert, zwischen mehreren Alternativen wählen zu können, die dann über ein geeignetes Bewertungsverfahren analysiert werden mit dem Ziel, das beste Liefernetz auszuwählen [Vgl. Ange2002, S. 542f].

Im Rahmen dieser Arbeit wird auf den Begriff der Modellierung zurückgegriffen, wenn es um die Konfiguration bzw. Formierung von strategischen Liefernetzen geht. Unter Modellierung von strategischen Liefernetzen werden folgende Aktivitäten subsumiert: Identifikation, Evaluierung und Auswahl von strategischen Liefernetzen. Abb. 2.13 stellt ein Funktionsdekompositionsdiagramm zur Modellierung von strategischen Liefernetzen dar.

Die Identifikation von strategischen Liefernetzen beruht auf dem Prinzip der Selbstmodellierung bzw. Selbstorganisation von Netzwerken und geht von einem bestimmten Bedarf des fokalen Unternehmens aus, der von dem zu identifizierenden Liefernetzwerk bedient werden soll. Entsprechende Methoden und Verfahren werden im folgenden Abschnitt 2.3.1 vorgestellt und sind Ergebnisse verwandter Forschungsaktivitäten.

Die Evaluierung von strategischen Liefernetzen setzt auf den Resultaten des Identifikationsprozesses auf. Da bei der Identifikation von strategischen Liefernetzen durchaus mehrere Liefernetze gefunden werden können, die in der Lage sind, den Bedarf des fokalen Unternehmens zu decken, ist es notwendig, mit Hilfe von Kriterien und Verfahren das am besten geeignete Liefernetz zu bestimmen.

Ist ein strategisches Liefernetz gefunden, so gilt es dann, die entsprechenden vertraglichen Regelungen zum Betrieb des Liefernetzes abzuschließen.



Quelle: [Vgl. MüAl2006, S. 1512]

**Abb. 2.13 Modellierung von strategischen Liefernetzen**

Im Folgenden soll zunächst dargelegt werden, wie eine Identifikation von strategischen Liefernetzwerken aufgebaut werden kann.

### 2.3.1 Identifikation von strategischen Liefernetzen

Strategische Liefernetzwerke können komplexe Gebilde sein, die sich über mehrere Ebenen erstrecken und an denen eine Vielzahl von Unternehmen beteiligt sind. Dabei bietet die hybride Organisationsform die Möglichkeit, das Netzwerk den jeweiligen Gegebenheiten strukturell anzupassen. Netzwerkpartner können entsprechend ihrer Kompetenzen und Ressourcen hinzugenommen, abgestoßen oder ausgetauscht werden [Vgl. ScAn2002, S. 368]. Aufgrund der großen Autonomie der Netzwerkunternehmen erfolgt dies durch eine weitgehende Selbstmodellierung des Netzwerkes und entlastet entsprechend das Management der fokalen Unternehmung [Vgl. Sydo1995, S. 167]. Auch Andersen et al. gehen davon aus, dass sich Liefernetze auf Basis des Selbstorganisationsprinzips bilden [Vgl. AnCh2005, S. 1261].

Beim selbstorganisatorischen Aufbau eines Netzwerkes werden die Verbindungen zwischen den Netzwerkunternehmen auf bilateraler Basis erstellt. Dieser Prozess „[...] ist rekursiv, da Kompetenzen auf verschiedenen Wertschöpfungsstufen unvollständig sein können und durch weitere horizontale oder vertikale Kompetenzen [...] ergänzt werden können“ [Ange2002, S. 541]. Der selbstorganisatorische Aufbau setzt sich somit ausge-

hend vom fokalen Unternehmen baumartig bis zu den Rohstofflieferanten fort. Dabei hat das fokale Unternehmen in der Regel nur einen Überblick über die direkt angebundenen Lieferanten bzw. eventuell noch bis zu den Lieferanten in der zweiten Ebene. Unternehmen im tertiären Bereich des Netzwerkes (Ebene 3 und höher) haben meistens auch keinen Gesamtüberblick über das Netzwerk und „[...] partake in the grand establishment of the SN [supply network] by engaging in their localized decision-making (i. e. doing their best to select capable suppliers and ensure on-time delivery of products to their buyers)“ [ChDR2001, S. 359]. Methoden bzw. ein Verfahren zur Identifikation von strategischen Liefernetzen müssen somit im Wesentlichen zwei Hauptansprüchen genügen:

- Unterstützung des Prinzips der Selbstmodellierung bei der Partnersuche und –identifikation.
- Transparente Visualisierung des Ergebnisses der Identifikation (das gesamte strategische Liefernetz) aus der Sicht des fokalen Unternehmens.

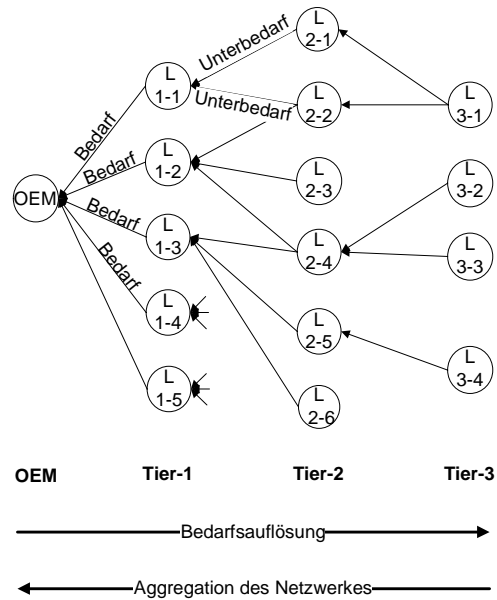
Darüber hinaus kann es auch von Vorteil sein, wenn jeder Netzwerkknoten seine eigene Position im strategischen Liefernetz kennt, die Transparenz also bis zum einzelnen Knoten fortgeführt wird. Im Folgenden wird eine solche Methode zur Identifikation von strategischen Liefernetzen vorgestellt.

Ausgangspunkt für die Betrachtungen ist ein spezifischer Bedarf beim fokalen Unternehmen, der extern beschafft werden soll. Ein Bedarf repräsentiert eine bestimmte Menge eines Produktes, die in einem bestimmten Zeitraum zur Verfügung stehen muss, z. B. 100 Stück von Produkt1 pro Woche entspricht Bedarf1. Dabei wird in der Regel das Produkt (im Beispiel Produkt1) selbst wieder ein System oder Modul sein, das aus anderen, evtl. auch wieder komplexen Produkten zusammengesetzt ist. Die Struktur des Produktes und der gegebenenfalls komplexen Teilprodukte sei durch entsprechende Stücklisten dargestellt.

Dem im Weiteren vorgestellten Verfahren liegen somit folgende Annahmen zugrunde:

- Das fokale Unternehmen spezifiziert einen extern zu beschaffenden Bedarf (Menge eines Produkts in einem bestimmten Zeitraum)
- Die Struktur des Produktes und seiner Teilprodukte ist durch entsprechende Stücklisten hinreichend beschrieben.

Dabei ist es nicht notwendig, dass das fokale Unternehmen die Gesamtstruktur des Produktes kennt. Wichtig ist nur, dass an jedem Netzwerkknoten eine weitere Auflösung der jeweiligen Teilprodukte möglich ist.



**Abb. 2.14 Verfahren zur Identifikation von strategischen Liefernetzen**

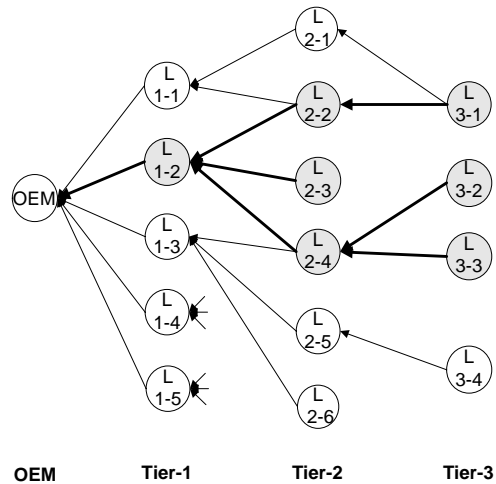
Das Verfahren zur Identifikation von strategischen Liefernetzen ist in verschiedenen Veröffentlichungen detailliert beschrieben, siehe hierzu [AKTW2003b; AIWT2004]. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit soll die Darstellung eines Überblicks genügen.

Wie aus Abb. 2.14 ersichtlich, sendet das fokale Unternehmen (OEM) den ursprünglichen Bedarf an die ihm direkt bekannten Lieferanten in der Ebene 1 (Tier-1). Dies kann entweder an alle oder nur an ausgewählte Lieferanten erfolgen (im Beispiel in Abb. 2.14 sind es bis auf L 1-5 alle Lieferanten). Darüber hinaus hat das fokale Unternehmen die Möglichkeit potentiell neue Lieferanten durch eine Marktanalyse zu finden und auch diesen den Bedarf zu schicken.

Im nächsten Schritt wird der Bedarf bei den Lieferanten in der ersten Ebene über eine dazugehörige Stückliste aufgelöst. Es ist anzunehmen, dass daraus weitere Unterbedarfe entstehen, die dann auch wieder extern zu beziehen sind (in Abb. 2.14 am Beispiel von Lieferant L 1-1 dargestellt, läuft aber so bei allen weiteren Lieferanten im Tier-1 ab). Dieser rekursive Prozess wird über die verschiedenen Ebenen (Tiers) solange fortgesetzt, bis am Ende die Rohstofflieferanten als letzte Knoten im Netzwerk übrig bleiben.

Jeder Knoten im Netzwerk ist bei einer solchen Art von Verfahren in der Lage, Auskunft über sein eigenes Teilnetz (die mit ihm direkt verbundenen Lieferanten) zu geben. Werden diese Netzwerkinformationen nun transparent an das fokale Unternehmen zu-

rückgemeldet, so ist dieses ebenfalls in der Lage, das so entstandene Netzwerk zu visualisieren. Abb. 2.15 (grau unterlegt) stellt ein solches Ergebnis des Identifikationsprozesses dar.



**Abb. 2.15 Visualisierung des Ergebnisses der Identifikation**

In diesem Beispiel ist das Netzwerk, das sich ausgehend von Lieferant L 1-2 selbstorganisatorisch gebildet hat, in der Lage, den Bedarf des fokalen Unternehmens zu bedienen.

Ein solches Verfahren lässt sich sinnvoll und effektiv nur dann einsetzen, wenn es durch die Unterstützung eines Interorganisationssystems weitestgehend automatisch ablaufen kann. Deshalb wurde, auch zum Nachweis der Funktionsfähigkeit des Verfahrens, ein Prototyp auf Basis von Fachkomponenten erstellt. Dabei ist eine Komponente „[...] ein wieder verwendbarer, abgeschlossener und vermarktbarer Softwarebaustein, der Dienste über eine wohl definierte Schnittstelle zur Verfügung stellt und zur Zeit der Entwicklung in nicht unbedingt vorhersehbaren Kombinationen mit anderen Komponenten einsetzbar ist“ [Turo2003, S. 19]. Eine Fachkomponente ist eine solche Komponente, die bestimmte Funktionen aus einem betrieblichen Anwendungsbereich anbietet.

Mit dem Ansatz der Implementierung des Interorganisationssystems mit Fachkomponenten kann sowohl ein auf Web-Technologien basierendes, zentral zur Verfügung gestelltes, als auch ein dezentrales, auf Basis eines Peer-to-Peer Netzwerkes aufgebautes IT-System realisiert werden. Zur Beschreibung des Komponentenmodells und zur Beschreibung der prototypischen Implementierung sei auf die Ausführungen in [ABTW2004; AKTW2003c] verwiesen. Das Komponentenmodell wird jedoch in Kapitel 5 noch einmal aufgegriffen, um die in Kapitel 3 und 4 erarbeiteten Aspekte zu einer Gestaltungsempfehlung zu erweitern.

### 2.3.2 Problemstellungen und Forschungsbedarf

Wie in Abb. 2.13 dargestellt setzt sich die Modellierung von strategischen Liefernetzen aus drei Funktionsteilen zusammen: Identifikation, Evaluierung und Auswahl. Das Verfahren der Identifikation wurde im vorigen Abschnitt 2.3.1 eingeführt und beschrieben. Als Ergebnis der Identifikation können nun ein oder mehrere, sich gegebenenfalls überlappende, strategische Liefernetze vorliegen, die in der Lage sind, den Bedarf des fokalen Unternehmens zu decken. Wird nur ein einziges strategisches Liefernetz gefunden, so hat das fokale Unternehmen auch nur die Möglichkeit, mit diesem Liefernetz zusammen zu arbeiten bzw. auf dessen Leistung zu verzichten. In der Regel wird aber bei der Identifizierung mehr als ein mögliches Liefernetz gefunden. Es kommt somit zu einer Konkurrenzsituation zwischen Liefernetzen [Vgl. AnCh2005, S. 1262]. Das fokale Unternehmen steht also vor der Entscheidung, aus den so identifizierten Liefernetzen das am besten geeignete Liefernetz zu selektieren, um dann mit den entsprechenden Liefernetzknotten die notwendigen vertraglichen Regelungen zu vereinbaren.

Wie kann nun bestimmt werden, welches Liefernetz am besten geeignet ist? Welche Vorgehensweisen können angewandt werden, um Liefernetze miteinander sinnvoll zu vergleichen? Die vorliegende Arbeit hat zum Ziel, Antworten auf diese Fragen zu liefern. Dazu werden in Kapitel 3 Kriterien und Methoden hergeleitet, die eingesetzt werden können, um strategische Liefernetze in ihrer Leistungsfähigkeit zu bewerten und aus einer Vielzahl von Liefernetzen dasjenige herauszufinden, das die Geschäftsanforderungen am besten erfüllt.

Neben der Erfüllung der Geschäftsanforderungen geht es dabei auch besonders darum, kritische Knoten bzw. kritische Teilnetze in den gefundenen strategischen Liefernetzen zu erkennen und diese bei der Selektion zu berücksichtigen, da sie für den Erfolg des strategischen Liefernetzes von entscheidender Bedeutung sein können. Buscher benennt diese als „[...] kritische Äste, die es über die direkten vor- und nachgelagerten Wertschöpfungsstufen hinaus zu gestalten gilt. Hierzu zählen beispielsweise solche Äste, die in der Vergangenheit zu Versorgungsengpässen geführt haben“ [Busc2003, S. 70]. Als Beispiel führt Buscher in diesem Zusammenhang an, dass sich z. B. bei DaimlerChrysler herausstellt hat, „[...] dass der aufgrund der gestiegenen Nachfrage bei der Türinnenverkleidung auftretende Versorgungsengpass der C-Klasse nicht auf den direkten Systemlieferanten, sondern auf dessen Unterlieferanten zurückzuführen war, der bereits an der absoluten Kapazitätsgrenze produzierte“ [Busc2003, S. 70]. Es wird also darauf ankommen, geeignete Kriterien und Methoden bereitzustellen, um kritische Knoten bzw. kritische Teilnetze in strategischen Liefernetzen zu ermitteln. Den damit verbundenen Fragestellungen wie „Was ist ein kritischer Knoten? Was ist ein kritisches Teil-

netz?“ oder „Wie kann ein kritischer Knoten erkannt werden?“ widmen sich die Ausführungen in Kapitel 4.

Die vorliegende Arbeit knüpft somit an die Forschungsergebnisse zur Identifikation von strategischen Liefernetzen an (Selbstmodellierung eines Liefernetzes, Visualisierung) und konzentriert sich auf die Erforschung der wesentlichen Aspekte, die bei der Evaluierung von strategischen Liefernetzen auftreten. Der Aufgabenbereich, der sich der Evaluierung und Selektion von strategischen Liefernetzen anschließt (z. B. die automatisierte Gestaltung von Verträgen) ist nicht Bestandteil dieser Arbeit. Es besteht jedoch auch dort erheblicher Forschungsbedarf, auf den in den Schlussbemerkungen bzw. im Ausblick in Kapitel 6.2 hingewiesen wird.

### 3 Evaluierung und Auswahl von strategischen Liefernetzen

Bei der Anwendung des in Kapitel 2.3 beschriebenen Identifikationsprozesses kann es vorkommen, dass mehrere strategische Liefernetze gefunden werden, die in der Lage sind, den Bedarf des OEM zu decken. Dieser Sachverhalt ist in Abb. 3.1 an einem Beispiel dargestellt.

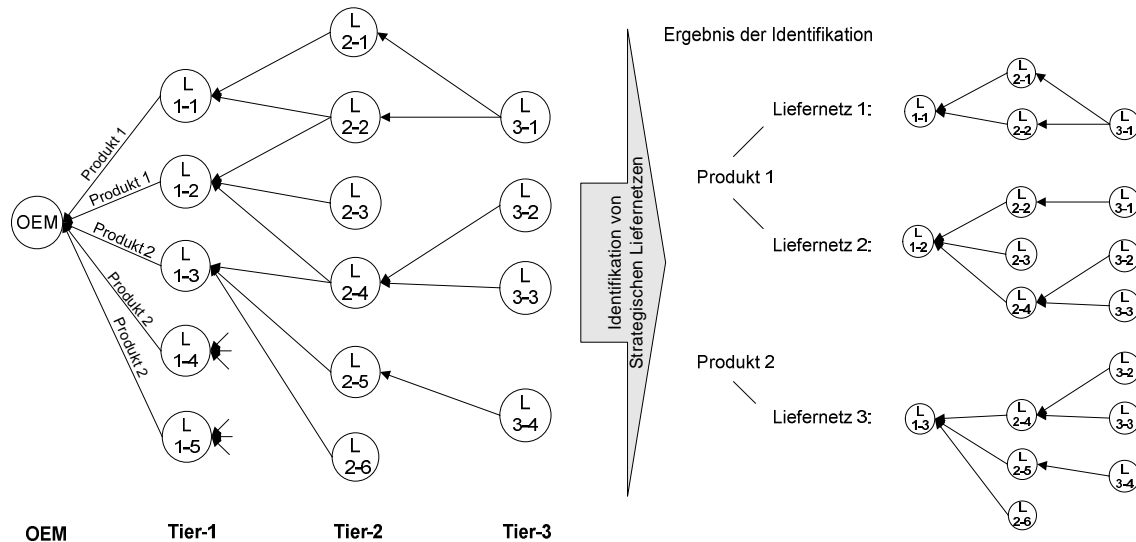


Abb. 3.1 Beispiel für Ergebnisse eines Identifikationsprozesses

Dabei hat der OEM Bedarf für zwei Produkte, hier mit Produkt 1 und Produkt 2 bezeichnet. Der OEM entscheidet sich, eine Anfrage zur Deckung des Bedarfs für Produkt 1 an seine direkten Lieferanten L1-1 und L1-2 zu senden, eine Anfrage für Produkt 2 an die Lieferanten L1-3, L1-4 und L1-5<sup>3</sup>. Als Ergebnis des Identifikationsprozesses ergibt sich, dass es für die Deckung des Bedarfs von Produkt 1 zwei mögliche Liefernetze (Liefernetz 1 und Liefernetz 2) gibt, während für Produkt 2 nur ein Liefernetz, nämlich Liefernetz 3, in Frage kommt. Im Falle von Produkt 2 hat der OEM keine Wahlmöglichkeit und wird wohl den Bedarf durch Liefernetz 3 decken. Im Falle von Produkt 1 hat er eine Entscheidungsaufgabe. Es ist vorstellbar, dass sich in der Praxis auch mehr als zwei geeignete strategische Liefernetze finden lassen.

Wie kann der OEM nun entscheiden, mit welchem strategischen Liefernetz er zur Deckung des Bedarfs zusammenarbeitet? Lassen sich Methoden und Kriterien finden, mit denen ein weitgehend automatisierter Evaluierungsprozess durchgeführt werden kann,

<sup>3</sup> Für die Betrachtung dieses Beispiels ist es unerheblich, wie es zu dieser Aufteilung des Bedarfs gekommen ist. Der OEM hat natürlich auch die Möglichkeit, den Bedarf für beide Produkte an alle seine direkt bekannten Lieferanten zu schicken.



dessen Ergebnis eine Rangfolge der identifizierten strategischen Liefernetze ist? Welches sind geeignete Kriterien und wie lassen sich diese ableiten?

Im ersten Schritt werden wesentliche Begriffe definiert und abgegrenzt sowie Ziele besprochen, die der Evaluation und Auswahl der strategischen Liefernetze zugrunde liegen. Im nächsten Schritt werden dann zunächst Verfahren und Kriterien aufgezeigt, die für die Bewertung von direkten Lieferanten eingesetzt werden. Im Anschluss daran wird untersucht, welche dieser Kriterien und Verfahren dazu geeignet sind, auf die strategischen Liefernetze transferiert zu werden, wobei dem Paradigmenwechsel im Einkauf Rechnung getragen wird. Diese Transformation wird dann abschließend für einige Kriterien detailliert dargestellt und es wird aufgezeigt, wie ein Verfahren zur Evaluation und Auswahl von strategischen Liefernetzen definiert und angewandt werden kann.

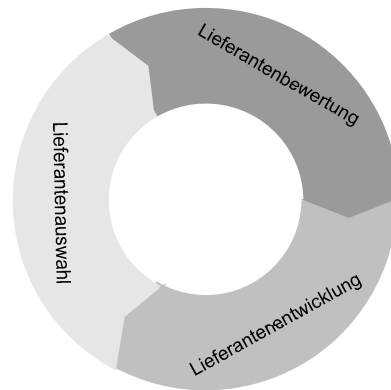
### **3.1 Ziele, Definitionen und Begriffe**

Das Ziel der Evaluierung von strategischen Liefernetzen ist die Bereitstellung einer Rangfolge von geeigneten Liefernetzen, die es dem fokalen Unternehmen erlaubt, eine entsprechende Auswahl zu treffen. Mit Evaluierung ist hierbei eine Bewertung bzw. Beurteilung der strategischen Liefernetze gemeint.

Unter Bewertung versteht man ganz allgemein eine „Tätigkeit zur Feststellung der Eignung, Angemessenheit und Wirksamkeit einer Einheit, festgelegte Ziele zu erreichen“ [AhZe2004, S. 14]. Es wird bei der Bewertung also darauf ankommen, Zielvorgaben zu definieren, anhand derer dann eine Zielerreichung gemessen werden kann. Im Kontext dieser Arbeit versteht man unter Einheiten strategische Lieferanten bzw. strategische Liefernetze.

Die Lieferantenbewertung ist eine wichtige Aufgabe im Lieferantenmanagement, das im Wesentlichen als Beziehungsmanagement zwischen Unternehmen und Lieferanten verstanden werden kann. Dabei umfasst das Management der Lieferantenbeziehungen die Phasen Planung, Steuerung und Kontrolle [Vgl. AhZe2004, S. 2].

Im Rahmen dieses Lieferantenmanagements stellen „die Ergebnisse der Lieferantenbewertung die Grundlage für die Lieferantenauswahl, das Lieferantencontrolling und für die Steuerung der Lieferantenbeziehungen“ [Jank2004, S. 77] dar. Mit der Lieferantenbewertung werden somit zwei Ziele verfolgt: die Bewertung als Grundlage für die Weiterentwicklung von Lieferantenbeziehungen und die Bewertung als Grundlage für die Lieferantenauswahl [Vgl. HaOP2004, S. 17]. Wie in Abb. 3.2 dargestellt, handelt es sich dabei um einen zyklischen Prozess.



**Abb. 3.2 Ablauf des Lieferantenmanagement**

Im Zuge der Lieferantenbewertung wird ein möglichst unternehmensweiter, einheitlicher Bewertungsmaßstab (Kriterien und Verfahren) festgelegt. Die Ergebnisse der Lieferantenbewertung sind die Basis für eine kontinuierliche Lieferantenentwicklung, deren Ziel es ist, über konkrete Verbesserungsziele die Leistung der Lieferanten zu erhöhen. In dieser Phase kann es auch vorkommen, dass Lieferanten die gesteckten Ziele (gegebenenfalls zum wiederholten Male) nicht erreichen und damit nicht mehr im Lieferantenportfolio des Unternehmens gelistet werden. Darüber hinaus werden die Daten der Lieferantenbewertung bei der Auswahl von Lieferanten eingesetzt, wenn z. B. neue Bedarfe im Unternehmen auftreten, die versorgt werden müssen. Insbesondere auf diese Anwendung der Lieferantenbewertung sollen sich die weiteren Betrachtungen in diesem Kapitel fokussieren.

Die Lieferantenbewertung stützt sich auf Zielvorgaben, denen dann konkrete Ergebnisse gegenüber gestellt werden. Dabei orientieren sich die Zielvorgaben an Kriterien, nach denen die Lieferanten bewertet werden. Mit geeigneten Methoden bzw. Verfahren werden Ergebnisse und Zielvorgaben analysiert und einander gegenübergestellt.

Im weiteren Verlauf dieses Kapitels wird zunächst untersucht, welche Kriterien und Verfahren zur Bewertung von direkten Lieferanten existieren und welche Rahmenbedingungen für deren sinnvollen Einsatz notwendig sind.

### **3.2 Bewertung von Lieferanten**

Die Beschaffung stellt einen signifikanten Anteil am Unternehmenserfolg dar (siehe Kap. 2.1.1). Aus diesem Grunde sollte sich die Auswahl von Lieferanten an den für die Beschaffung relevanten Unternehmenszielen orientieren. Dies gilt insbesondere auch für die Bewertung von Lieferanten und die damit verbundenen Bewertungskriterien. Dabei sollte ein Unternehmen seine wesentlichen Wettbewerbs- und Marktdifferenzierungsfaktoren (z. B. Preisführerschaft, Qualitätsführerschaft oder Innovationsführer-

schaft) im Auge haben, wenn es seinen Kriterienkatalog zur Lieferantenbewertung festlegt [Vgl. Garf2003, S. 6]. Wie später noch erläutert wird, hat dies im Besonderen Einfluss auf die Gewichtung der verschiedenen Kriterien bzw. Kriteriengruppen zueinander.

Allerdings stellt sich zunächst die Frage, ob es überhaupt notwendig ist, mehr als ein Kriterium bei der Bewertung von Lieferanten heranzuziehen. Empirische Untersuchungen (z. B. eine deutsche Studie in [Musc1998b] oder eine internationale Studie in [SiSW2002]) sowie Beispiele aus der Praxis (z. B. das Lieferantenbewertungsverfahren von SIEMENS, beschrieben von Hoffmann und Lumpe in [HoLu2000]) beantworten diese Frage eindeutig mit ja. Hartmann et al. sind sogar der Meinung, dass „[...] Einfaktorenvergleiche Ausdruck eines veralteten Einkaufs sind, der seine Verantwortung für die Wettbewerbsfähigkeit des Unternehmens in keiner Weise erfüllt“ [HaOP2004, S. 56]. Die gebräuchlichsten Verfahren beruhen auf einem Mehrfaktorenvergleich [Vgl. Musc1998b, S. 46], auch multivariate Lieferantenbewertung genannt.

Eine solche Lieferantenbewertung ist eine komplexe Aufgabe, da [Vgl. Garf2003, S. 6]

- mehrere Kriterien gleichzeitig berücksichtigt werden müssen
- die Kriterien sich gegenseitig beeinflussen, ja sogar widersprechen können (z. B. niedriger Preis mit gleichzeitig hoher Qualität)
- unternehmensinterne und –externe Rahmenbedingungen (z. B. Einkaufspolitik oder politische Entwicklungen) berücksichtigt werden müssen
- die Marktgegebenheiten sich ändern können, auf die flexibel reagiert werden muss.

Es gibt eine Vielzahl von verschiedenen Kriterien. Weber et al. weisen auf empirische Untersuchungen hin, in denen 23 verschiedene Kriterien identifiziert wurden. Dabei hat sich ergeben, dass „[...] the six most mentioned [...] were price, delivery, quality, facilities and capacity, geographic location and technical capability“ [WeCD2000, S. 136].

Um diese Vielzahl von Kriterien besser fassen zu können, erscheint es sinnvoll, sie in quantitative und qualitative Kriterien einzuteilen. Quantitative Kriterien sind in der Regel leicht messbar, hierzu gehören z. B. Kosten oder Lieferzeit einer Leistung. Unter qualitativen Kriterien werden verschiedene Dimensionen der Beziehungsqualität verstanden, wie z. B. Vertrauen oder Zufriedenheit. Die qualitativen Kriterien sind in den meisten Fällen komplex und schwer zu operationalisieren bzw. zu messen [Vgl. Ah-

Ze2004, S. 15-17]. Die in Tab. 3.1 dargestellte Zuordnung von Kriterien zu diesen Kriteriengruppen folgt im Wesentlichen der Einteilung, die von Ahlert et al. im Rahmen der State-of-the-art Betrachtung von Lieferantenbewertungen auf Basis einer umfangreichen Literaturrecherche vorgenommen wurde. Auch die in der Praxis anzutreffenden Lieferantenbewertungssysteme folgen im Großen und Ganzen dieser Einteilung und weichen hauptsächlich in der Granularität der Unterkriterien voneinander ab (siehe Kap. 3.2.4).

Gruppe	Kriterien
Quantitative Kriterien	Kosten Qualität Logistik Technologie und Abhängigkeit
Qualitative Kriterien	Vertrauen Zufriedenheit Engagement (Commitment)

**Tab. 3.1 Übersicht über Gruppierung von Kriterien zur Lieferantenbewertung**

In den folgenden Abschnitten werden die Kriterien detaillierter betrachtet und eine für die vorliegende Arbeit geeignete Aufteilung in Unterkriterien vorgenommen.

### **3.2.1 Quantitative Kriterien für die Lieferantenbewertung**

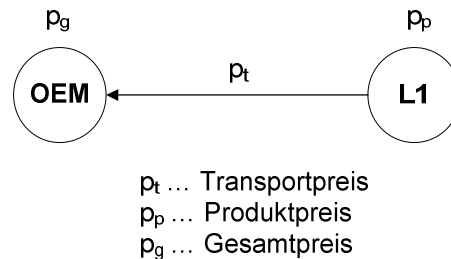
Quantitative Kriterien sind in der Regel messbare Größen, deren Ermittlung, zumindest teilweise, automatisiert ablaufen kann. Deshalb sind diese Kriterien natürlich besonders als Basis für unterstützende IT-Systeme geeignet. Was verbirgt sich nun hinter den in Tab. 3.1 angeführten Kriterien Kosten, Qualität, Logistik und Technologie? Welche Unterkriterien lassen sich dabei anführen und wie lassen sich diese messen?

#### *Kosten*

Das Kriterium Kosten gehört mit zu den wichtigsten Bewertungskriterien. Es stellt häufig das einzige Kriterium beim Einfaktorenvergleich [Vgl. Musc1998b, S. 46] dar. Zur Kostenleistung zählen Unterkriterien wie Preis, Preisniveau, Preisentwicklung bzw. –stabilität und Preistreue.

Ein wichtiger Faktor bei Einkaufsentscheidungen bzw. Preisvergleichen ist der Preis des Gutes. Der Preis setzt sich zusammen aus Produktpreis, enthält aber auch Faktoren wie Verpackungs- und Transportpreis, sowie Bonus- bzw. Rabattvereinbarungen wie z. B. Gewährung von Skontoabzug. Insbesondere kann der Transportpreisanteil ganz erheb-

lich sein und sollte unbedingt beachtet werden, wenn z. B. mit globalen Sourcing-Strategien gearbeitet wird und die Lieferanten aus anderen Erdteilen kommen. Der Preis als Bewertungskriterium ist natürlich abhängig von einem konkreten Bedarf. In Abb. 3.3 sind die verschiedenen Preiselemente dargestellt.



**Abb. 3.3** Verschiedene Elemente des Kriteriums Preis

Im einfachsten Fall addieren sich die Preiselemente  $p_p$  und  $p_t$  zu einem Gesamtpreis  $p_g$ <sup>4</sup>. Es ist auch leicht zu erkennen, dass bei einem etwaigen Preisvergleich zwischen zwei Lieferanten dieselben Preispunkte miteinander verglichen werden müssen (z.B.  $p_g(L1)$  mit  $p_g(L2)$  oder  $p_p(L1)$  mit  $p_p(L2)$ ).

Das Preisniveau stellt ein weiteres Kriterium in der Gruppe Kosten dar. Unter Preisniveau wird die Preissteigerungsrate des Lieferanten im Verhältnis zum Branchenindex definiert [Vgl. HaOP2004, S. 81]. Ein Lieferant kann also danach bewertet werden, inwieweit seine Preisentwicklung mit der Preisentwicklung seiner Branche konform geht.<sup>5</sup> Voraussetzung für dieses Unterkriterium sind historische Daten über die Preisentwicklung bei dem jeweiligen Lieferanten, natürlich immer im Hinblick auf ein bestimmtes Teilespektrum. Die Automatisierbarkeit (bzw. der noch zu tätige manuelle Aufwand) dieses Unterkriteriums hängt sehr davon ab, ob es eine automatische Informationserfassung der Branchenindizes gibt.

Neben dem Preisniveau des Lieferanten ist die Preisentwicklung bzw. –stabilität ein Indiz dafür, welche Güter Preistreiber waren bzw. bei welchen Gütern Einsparungen realisiert werden konnten. Hierzu wird in der Praxis über einen bestimmten Zeitraum (z. B. ein Jahr) die Preisentwicklung von einzelnen Gütern betrachtet und anhand der beschafften Menge die Gesamtpreisentwicklung beim jeweiligen Lieferanten ermittelt. In Tab. 3.2 ist hierzu eine Beispielrechnung dargestellt. Ausgehend von den durch-

<sup>4</sup> Hierbei unberücksichtigt sind z. B. spezielle Bonus- oder Skontovereinbarungen. Insbesondere bei volumen- oder umsatzabhängigen Vereinbarungen ist die Berücksichtigung in der Praxis nicht ganz trivial. Im Rahmen dieser Arbeit sollen allerdings solche Vereinbarungen unberücksichtigt bleiben.

<sup>5</sup> Branchenspezifische Preisindizes können z. B. über statistische Informationssysteme des statistischen Bundesamtes Deutschland („GENESIS-Online“) bezogen werden. (<https://www-genesis.destatis.de/genesis/online/logon>)

schnittlichen Jahrespreisen und der beschafften Menge kann pro Gut ermittelt werden, welche Preisunterschiede sich von einem Jahr zum nächsten ergeben haben. Hieraus wird dann der Gesamtwert für den Lieferanten ermittelt.

Einkaufsgüter von L1	Ø-Preis Vorjahr	Ø-Preis lfd. Jahr	Menge	Differenz pro Stück	Proz. Differenz	Kosten Vorjahr	Kosten lfd. Jahr	Differenz gesamt
Teil P1	1,60 €	1,45 €	1000	-0,15 €	-9,38%	1.600,00 €	1.450,00 €	-150,00 €
Teil P2	1,90 €	2,50 €	500	0,60 €	31,58%	950,00 €	1.250,00 €	300,00 €
Teil P3	2,10 €	2,18 €	2000	0,08 €	3,81%	4.200,00 €	4.360,00 €	160,00 €
Gesamt			3500		4,59%	6.750,00 €	7.060,00 €	310,00 €

[Vgl. DiSc2004, S. 91]

**Tab. 3.2 Beispiel für die Ermittlung der Preisentwicklung**

Im Beispiel in Tab. 3.2 ergibt sich die Preisentwicklung zu 4,59% aus dem Bezug der Differenz gesamt zu den Gesamtkosten des Vorjahres.

Ein weiteres Unterkriterium zur Bewertung von Kosten ist die Preistreue. Normalerweise sollte davon ausgegangen werden können, dass Preise, die in Lieferverträgen ausgehandelt sind, auch für die Vertragsdauer stabil bleiben. In der Praxis hat sich jedoch gezeigt, dass dies nicht immer der Fall ist. Es kann also durchaus vorkommen, dass der Lieferant den Lieferauftrag mit einem zum Liefervertrag abweichenden Preis bestätigt, liefert und sogar in Rechnung stellt. Erfolgt dies unangekündigt<sup>6</sup>, so verursacht es beim beschaffenden Unternehmen in der Regel großen manuellen Kontroll- und Korrekturaufwand, was wiederum indirekt den Gesamtpreis durch zusätzliche interne Bearbeitungskosten erhöht, die in der ursprünglichen Kalkulation nicht berücksichtigt sind. Die Preistreue ist somit ein wichtiges Unterkriterium zur Beurteilung der Seriosität und Vertragstreue eines Lieferanten.

Zur Messung der Preistreue eines Lieferanten werden die Aufträge mit unangekündigten Preisänderungen in Relation zu den gesamten Aufträgen gesetzt. Dies ist natürlich nur dann mit vertretbarem Aufwand sinnvoll durchführbar, wenn es eine entsprechende IT Unterstützung zur weitgehend automatischen Identifikation und Bearbeitung solcher Fälle gibt.

Tab. 3.3 stellt die besprochenen Unterkriterien zum Kriterium Kosten noch einmal zusammenfassend dar. Dabei wird auch angeführt, inwieweit das entsprechende Unterkriterium automatisch erfasst werden kann (Spalte „Auto.“) und welche Voraussetzungen

<sup>6</sup> In der Praxis kann es durchaus, insbesondere bei langfristigen Lieferverträgen, zu Situationen kommen, dass Preisänderungen notwendig sind. Üblicherweise werden dann in einem solchen Fall Nachverhandlungen zum Vertrag geführt, um dieser neuen Situation gerecht zu werden. Bei der Messung der Preistreue geht es also primär um die Erfassung der nicht angekündigten Fälle, von denen das beschaffende Unternehmen sozusagen überrascht wird.

hierzu notwendig sind, wie z. B. das Vorhandensein von ausreichenden historischen Daten.

<b>Kriterium: Kosten</b>			
<b>Unterkriterium</b>	<b>Auto.</b>	<b>Hist. Daten</b>	<b>Voraussetzungen</b>
Preis	Ja	Nein	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die einzelnen Preiselemente (z. B. Produktpreis, Transportpreis) müssen bekannt und transparent sein</li> </ul>
Preisniveau	Ja	Ja	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Preissteigerungsrate des Lieferanten muss aus den verfügbaren Daten (z. B. im ERP System) berechenbar sein</li> <li>Der Branchenindex des Preisniveaus ist über eine elektronische Schnittstelle (z. B. Web Service) zugänglich und automatisch auswertbar</li> </ul>
Preisentwicklung	Ja	Ja	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die konsolidierten Daten zur zeitlichen Preisentwicklung für Produkte bzw. Produktgruppen eines Lieferanten liegen vor und sind elektronisch auswertbar</li> </ul>
Preistreue	Ja	Ja	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vertragsvereinbarungen liegen in elektronischer Form vor</li> <li>Die Auftragsabwicklung kann Preisabweichungen automatisch erkennen und die entsprechenden Aufträge markieren</li> </ul>

**Tab. 3.3 Übersicht zum Kriterium Kosten**

### *Qualität*

Unter dem Begriff Qualität wird allgemein das „Vermögen der Gesamtheit inhärenter Merkmale eines Produktes, Systems oder Prozesses zur Erfüllung der Forderungen von Kunden und anderen interessierten Parteien“ [Pfef2002, S. 151] verstanden.

Da diese Arbeit sich auf die Domäne der strategischen Liefernetze konzentriert und davon ausgegangen wird, dass zwischen den am Liefernetz beteiligten Unternehmen Güter bzw. Produkte ausgetauscht werden, wird unter dem Kriterium Qualität im Wesentlichen die Produktqualität verstanden. Die Produktqualität beschreibt also die Eigenschaften, die ein Produkt haben soll und die beim Wareneingang oder bei der Abnahme überprüft werden. Alle dabei entdeckten Produktfehler sollen in die Lieferantenbewertung einfließen [Vgl. KöLe2002, S. 1022]. Eine einwandfreie Produktqualität ist die Grundvoraussetzung für eine funktionierende Kunden-Lieferantenbeziehung [Vgl. DiSc2004, S. 118]. Unabdingbar für die Messung der Produktqualität ist eine eindeutige Vereinbarung der Produktqualitätskriterien, die in der Praxis in der Regel durch Produktspezifikationen festgelegt sind, auf die sich Lieferant und Kunde beim Abschluss des Liefervertrages geeinigt haben. Die Produktqualität ist keine absolute sondern eine relative Größe, die reale Produkteigenschaften den geforderten Produktspezifikationen (unter Berücksichtigung etwaiger Toleranzen) gegenüberstellt.

Um die Produktqualität bewerten zu können, muss das beschaffende Unternehmen einen Bewertungsmaßstab definieren. Dieser hängt wesentlich davon ab, wie fehlertolerant die verarbeitenden Prozesse des Unternehmens sind. Es ist durchaus denkbar, dass z. B. nur fehlerfreie Produkte in die weitere Wertschöpfung übernommen werden können und dass es somit keine Toleranzen gibt. In anderen Fällen ist wiederum zulässig, dass Produkte geringe Fehler aufweisen, also gewisse Toleranzen zulässig sind, und diese trotzdem weiterverarbeitet werden können. Weiterhin ist festzulegen, ob alle gelieferten Produkte überprüft werden müssen, oder ob es ausreicht, Stichproben durchzuführen. Der unternehmens- und evtl. sogar produktspezifische Bewertungsmaßstab liefert eine Produktqualitätskennzahl, die über alle Produkte und Produktgruppen eines Lieferanten zu einer Gesamtproduktqualitätskennzahl aggregiert werden kann.

Als weiteres Unterkriterium neben der Produktqualität kann die Bewertung des Qualitätsmanagementsystems beim Lieferanten betrachtet werden. Es ist zum einen relevant, ob der Lieferant ein solches System bereits im Einsatz hat und wenn ja, ob dieses auch entsprechend zertifiziert (z. B. nach DIN EN ISO 9001) ist. Ist ein solches Qualitätsmanagementsystem beim Lieferanten noch nicht eingeführt, so kann auch berücksichtigt werden, falls eine Einführung konkret geplant ist. Der Nachweis kann durch den Lieferanten anhand eines Zertifikats oder durch ein Audit erbracht werden.

Zur erfolgreichen Gestaltung der Güter- bzw. Produktflüsse in den strategischen Liefernetzen sind effektive Informationsflüsse notwendig, Aus diesem Grunde kann als weiteres Unterkriterium die Qualität der Kommunikation betrachtet werden [Vgl. Garf2003, S. 12]. Die Kommunikationsqualität ist dabei geprägt sowohl durch inhaltliche Aspekte als auch durch zeitliche Zusammenhänge. Fakten die hierbei betrachtet werden sollten sind u. a.

- Rechtzeitige und pro-aktive Informationspolitik (z. B. bei Änderungen oder bei Problemen)
- Offene Kommunikation auch in Krisen
- Kontinuität und Erreichbarkeit der Ansprechpartner
- Verhalten bei der Reklamationsabwicklung und bei Vertragsverhandlungen

Auch hier ist es angebracht eine Kommunikationsqualitätskennzahl für den Lieferanten einzuführen. Dies kann zunächst auf der Ebene von Organisationseinheiten (z. B. Vertrieb, Service&Support) passieren. Diese einzelnen Kennzahlen werden dann zu einer Gesamtkennzahl aggregiert.



In Tab. 3.4 sind wiederum die besprochenen Unterkriterien zusammengefasst. In Bezug auf die Automatisierbarkeit wird davon ausgegangen, dass alle relevanten Informationen bzgl. der Produktqualität über ein ERP-System zur Verfügung gestellt werden können. Das Unterkriterium Qualitätsmanagementsystem kann in der trivialsten Form als binäres Flag mit Werten Ja oder Nein berücksichtigt bzw. gepflegt werden.

<b>Kriterium: Qualität</b>			
<b>Unterkriterium</b>	<b>Auto.</b>	<b>Hist. Daten</b>	<b>Voraussetzungen</b>
Produkt	Ja	ja	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beim Wareneingang und/oder in der Produktion wird eine Qualitätsprüfung durchgeführt</li> <li>• Es sind eindeutige Produktspezifikationen verfügbar, die es erlauben, einen Vergleich mit den realen Produkteigenschaften durchzuführen</li> </ul>
Qualitätsmanagementsystem	Ja	Nein	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Lieferant stellt entsprechende Informationen (z. B. Zertifikate) zur Verfügung</li> </ul>
Kommunikation	(Ja)	(Ja)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Kommunikationskanäle zwischen Lieferant und Kunde werden durch einen eingeführten Prozess bewertet und dokumentiert</li> <li>• Es ist ein System vorhanden, in das die relevanten Daten eingegeben werden können</li> <li>• Die Bewertung sollte so objektiv wie möglich stattfinden (anhand eines Bewertungsleitfadens)</li> <li>• Die Bewertung sollte ganzheitlich durchgeführt werden (alle beteiligten Organisationen beim Kunden)</li> </ul>

**Tab. 3.4 Übersicht zum Kriterium Qualität**

Die Automatisierbarkeit des Unterkriteriums Kommunikationsqualität hängt sehr davon ab, ob im Unternehmen ein Lieferantenbewertungssystem eingeführt ist, welches die manuelle Beurteilung der einzelnen Aspekte dieses Unterkriteriums zulässt.

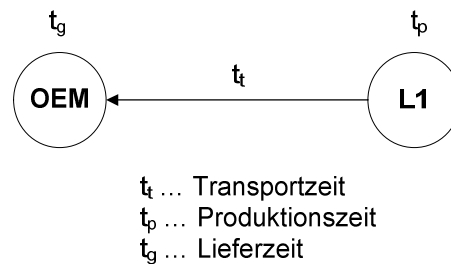
### *Logistik*

Unter dem Kriterium Logistik werden alle die Auftragsabwicklung betreffenden Unterkriterien wie Lieferzeit, Mengen- und Liefertreue subsumiert.

In der Praxis ist neben dem Preis die Lieferzeit ein weiteres wichtiges Entscheidungskriterium. Die Lieferzeit ist die Zeit, die der Kunde von der Auftragsvergabe bis zur Belieferung des Auftrags, also bis zum Wareneingang, warten muss. Diese Lieferzeit setzt sich zusammen aus der Produktionszeit beim Lieferanten und der Zeit, die für den Transport zwischen Lieferanten und Kunden benötigt wird.

Wie in Abb. 3.4 dargestellt errechnet sich die Lieferzeit  $t_g$  im einfachsten Fall als die Summe aus der Produktionszeit  $t_p$  und der Transportzeit  $t_t$ . Wie beim Preis, so ist auch bei der Lieferzeit darauf zu achten, dass beim Leistungsvergleich zweier Lieferanten

äquivalente Zeiten miteinander verglichen werden ( $t_p(L1)$  mit  $t_p(L2)$  bzw.  $t_g(L1)$  mit  $t_g(L2)$ ).



**Abb. 3.4** Verschiedene Elemente des Kriteriums Lieferzeit

Mit dem Unterkriterium Mengentreue wird der Anteil der Aufträge eines Lieferanten beschrieben, die ohne Mengendifferenz geliefert wurden [Vgl. DiSc2004, S. 133]. Jede Mengendifferenz, die nicht zwischen Lieferanten und Kunden abgestimmt ist, verursacht zusätzlichen Koordinationsaufwand beim Kunden. In der Praxis werden häufig Unter- bzw. Überlieferungstoleranzen in den Lieferverträgen vereinbart. Kommt dies zur Anwendung, so sind diese Toleranzgrenzen natürlich bei der Ermittlung der Mengentreue zu berücksichtigen. Darüber hinaus können in den Lieferverträgen auch Teillieferungen zugelassen werden, die es in der Regel erschweren, eine verlässliche Aussage zur Mengentreue zu treffen.

Ein weiteres Unterkriterium in der Logistik stellt neben der Mengentreue die Termintreue dar. Unter Termintreue wird der Anteil der termingerecht gelieferten Aufträge zur Gesamtzahl der Aufträge eines Lieferanten verstanden [Vgl. DiSc2004, S. 134]. In diesem Zusammenhang bedeutet termingerecht, dass der Auftrag zu dem Zeitpunkt geliefert wird, der vom Lieferanten in der Auftragsbestätigung zurückgemeldet wird. In der Praxis kann in Lieferverträgen vereinbart sein, dass während der Laufzeit von Aufträgen weitere Auftragsbestätigungen erlaubt sind, die die Lieferzeit anpassen (dies ist häufig bei elektronischen Anbindungen über EDI zwischen Kunden und Lieferanten anzutreffen). Solche Vereinbarungen sind bei der Ermittlung der Termintreue zu berücksichtigen.

Zu ortsbezogenen Logistikfehlern kann es insbesondere bei großen Kunden mit mehreren Standorten und Niederlassungen kommen. Dabei werden z. B. aufgrund von Adressfehlern Lieferungen an falsche Orte zugestellt. Die Ursachen hierzu können vielfältig sein, sind aber in der Regel auf Fehler in den Daten (Stamm- oder Auftragsdaten) beim Lieferanten zurückzuführen. Solche Falschliefereien erhöhen üblicherweise sowohl die Lieferzeit als auch den Transportpreis. Es ist deshalb angebracht auch hier eine Kennzahl Logistikfehler einzuführen, die den Anteil der Falschliefereien zu den Gesamtlieferungen auf Lieferantenebene widerspiegelt.

Tab. 3.5 stellt die Unterkriterien der Logistik in einer Übersicht zusammen. Die Lieferzeit ist dabei auftragsbezogen und berücksichtigt keine vergangenheitsrelevanten Daten. Diese sind vor allem zur Aggregation von Mengentreue und Termintreue auf Lieferantenebene notwendig.

<b>Kriterium: Logistik</b>			
<b>Unterkriterium</b>	<b>Auto.</b>	<b>Hist. Daten</b>	<b>Voraussetzungen</b>
Lieferzeit	Ja	nein	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die einzelnen Elemente (Produktionszeit und Transportzeit) müssen transparent sein</li> </ul>
Mengentreue	Ja	ja	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Rahmenbedingungen (Toleranzen, Teillieferungen) müssen im Liefervertrag eindeutig definiert sein</li> <li>Die Auftragsdaten sowie die Wareneingangsdaten liegen vor bzw. sind erfasst.</li> <li>Die Mengentreue kann pro Auftrag erfasst und auf Lieferantenebene aggregiert werden</li> </ul>
Termintreue	ja	ja	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Auftragsdaten sowie die Wareneingangsdaten liegen vor bzw. sind erfasst.</li> <li>Die Termintreue kann pro Auftrag erfasst und auf Lieferantenebene aggregiert werden</li> </ul>
Logistikfehler	Ja	ja	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lieferungen an falsche Orte werden vom Wareneingang des Unternehmens erfasst</li> </ul>

**Tab. 3.5 Übersicht zum Kriterium Logistik**

### *Technologie und Abhängigkeit*

Das Kriterium Technologie und Abhängigkeit beantwortet die Frage nach der gegenwärtigen Technologieposition und der Innovationsfähigkeit eines Unternehmens sowie die Frage der Abhängigkeiten des Kunden vom Lieferanten aufgrund von Volumen oder monopolistischen Strukturen.

Aufgrund des verstärkten Fremdbezugs von Produkten (in manchen Branchen können dies komplexe Module bzw. gesamte Systeme sein) wird der Lieferant und dessen Know-how ein immer bedeutenderer Wettbewerbsfaktor [Vgl. Pfef2002, S. 4]. Die Lieferanten werden dabei stärker an Entwicklungsprozessen beteiligt, so dass die Bewertung der Technologieposition und der Innovationsfähigkeit eine wichtige Entscheidungsgröße liefert.

Bei der Bewertung der Technologieposition ist in der Regel ein Audit beim Lieferanten notwendig, bei dem insbesondere Produktionsverfahren und –systeme sowie auch eingesetzte Materialien bzw. Rohstoffe betrachtet werden. Zur Bewertung ist branchenspezifisches Know-how unabdingbar.

Eine wichtige Triebfeder jeder Wirtschaft sind Innovationen und die Bereitschaft von Unternehmen in Innovationen zu investieren. Die Innovationsfähigkeit eines Lieferanten kann u. a. anhand folgender Faktoren bewertet werden:

- Innovations-Aufwandsquote: Das Verhältnis der Ausgaben für Innovationen (z. B. F&E Aktivitäten) zu erzieltm Erlös oder Umsatz im jeweiligen Bereich bzw. Produktsegment.
- Erfolgsquote von Innovationen: Das Verhältnis der erfolgreich durchgeführten Innovationen zu der Gesamtzahl aller Innovationen. Dabei wird eine Innovation als erfolgreich betrachtet, wenn sie bis zur Marktreife weiterentwickelt wurde.
- Güte der Innovation: Die Bewertung der Vorteilhaftigkeit einer Innovation für den Kunden.

Beim Umgang mit strategischen Partnern spielt die Beobachtung und Bewertung der gegenseitigen Abhängigkeiten eine besonders große Rolle. Hierzu zählt aus der Kundensicht zum einen die Beschaffungsstrategie bezüglich der Anzahl der Lieferanten für eine Produktgruppe, zum anderen die umsatzmäßige Abhängigkeit des Kunden vom Lieferanten.

Bei der Beschaffungsstrategie, auch Sourcingstrategie genannt, kann man folgende Vorgehensweisen unterscheiden[Vgl. Arno1995, S. 93-97] [Vgl. Wern2000, S. 61f] [Vgl. JaMS2001, S. 40]:

- Sole Sourcing: Die Beschaffung bei nur einem Lieferanten, wobei es zu dem Lieferanten keine Alternative gibt. Ein solcher Lieferant ist oft ein Monopolist, da er z. B. eine gewisse Technologie oder ein bestimmtes Werkzeug als Einziger am Markt beherrscht.
- Single Sourcing: Hierunter versteht man zwar auch die Beschaffung bei einem Lieferanten, doch es gibt zu diesem Lieferanten Alternativen am Markt. Es ist eine bewusste Entscheidung des beschaffenden Unternehmens nur mit einem Lieferanten zusammenzuarbeiten (z. B. Bündelung von Bedarf, um bessere Einkaufskonditionen zu erzielen).
- Dual Sourcing: Die Beschaffung bei zwei Lieferanten, wobei der Gesamtbedarf auf diese beiden Lieferanten aufgeteilt wird. Diese Strategie wird dann eingesetzt, wenn das Beschaffungsrisiko (z. B. Komplettausfall eines Lieferanten) vermindert werden soll.
- Multiple Sourcing: Hierunter versteht man die Aufteilung des Bedarfs auf mehrere Lieferanten.

Die größte Abhängigkeit zwischen Kunde und Lieferant besteht natürlich bei einer Sole Sourcing Situation. Aufgrund einer solchen monopolistischen Lieferantenstruktur ergibt sich eine große Marktmacht des Lieferanten, dem normalerweise eine geringe Marktmacht des Kunden gegenüber steht. Auch die verstärkte Zusammenarbeit von Unternehmen mit Modul- bzw. Systemlieferanten, in der Literatur häufig mit Modular Sourcing bezeichnet [Vgl. Wern2000, S. 63-65], lässt eine Abhängigkeit entstehen, die vergleichbar ist mit einer Sole Sourcing Strategie.

Ein weiteres wichtiges Unterkriterium ist die umsatzmäßige Abhängigkeit des Unternehmens vom Lieferanten. Dabei wird der Umsatz mit einem Lieferanten in Relation gebracht zur Summe aller eingekauften Leistungen [Vgl. DiSc2004, S. 174]. Je geringer der umsatzmäßige Anteil ausfällt, desto geringer ist die Abhängigkeit, die zwischen Kunde und Lieferant besteht. Allerdings darf bei dieser Betrachtung nicht außer Acht gelassen werden, dass zu geringe Umsatzwerte auch die Verhandlungsposition (z. B. bei Preisverhandlungen) des Unternehmens beim Lieferanten nachteilig beeinflussen können.

Tab. 3.6 stellt die Elemente des Kriteriums Technologie und Abhängigkeit in einer Übersicht zusammen.

<b>Kriterium: Technologie und Abhängigkeit</b>			
<b>Unterkriterium</b>	<b>Auto.</b>	<b>Hist. Daten</b>	<b>Voraussetzungen</b>
Technologieposition	nein	nein	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zur Ermittlung der Technologieposition ist ein Audit beim Lieferanten durchzuführen</li> <li>• Die Daten sind zur Auswertung in ein Lieferantenbewertungssystem einzugeben</li> </ul>
Innovationsfähigkeit	nein	ja	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Innovationsfähigkeit kann üblicherweise auch nur durch ein Audit bewertet werden</li> <li>• Lieferant legt die relevanten Zahlen offen</li> </ul>
Sourcing Strategie	(ja)	nein	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Auswertung der Sourcing Strategie kann dann automatisch erfolgen, wenn z. B. ein ERP System im Einsatz ist, bei dem eindeutig eingepflegt ist, bei welchen Lieferanten die Produkte eingekauft werden</li> </ul>
Umsatzmäßige Abhängigkeit	Ja	ja	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die entsprechenden Umsatz- und Umsatzanteilsinformationen sind im Unternehmen zugänglich</li> </ul>

**Tab. 3.6 Übersicht zum Kriterium Technologie und Abhängigkeit**

Neben den quantitativen Kriterien Kosten, Qualität, Logistik und Technologie und Abhängigkeit sind noch finanztechnische Betrachtungen zur Bonität von Lieferanten anzustellen. So können z. B. Kennzahlen wie Cashflow, Umsatzrendite oder Eigenkapitalrendite des Lieferanten analysiert und Rückschlüsse auf die unternehmerische Gesamtsituation des Lieferanten gezogen werden. Dies soll aber im Kontext dieser Arbeit nicht

weiter vertieft werden. Vielmehr werden im nächsten Abschnitt qualitative Kriterien betrachtet und auf ihre Automatisierbarkeit hin untersucht.

### **3.2.2 Qualitative Kriterien zur Lieferantenbewertung**

Neben den gut messbaren quantitativen Kriterien stehen noch andere Betrachtungsbereiche, die mehr auf die Bewertung der Qualität der Geschäftsbeziehung ausgerichtet sind. In der von Ahlert et al. durchgeführten Literaturrecherche sind die Kriterien Vertrauen, Zufriedenheit und Commitment (innere Verpflichtung) als quantitative Kriterien am häufigsten aufgeführt worden [Vgl. AhZe2004, S. 17]. Dies wird auch bestätigt durch eine empirische Studie von Simpson et al. zum Einsatz von Lieferantenbewertungssystemen, die ebenfalls zu dem Schluss gekommen sind, dass neben den quantitativen Kriterien immer häufiger Kriterien zum Einsatz kommen, die Vertrauen und Commitment messen [Vgl. SiSW2002, S. 40].

Vertrauen wird in Bezug auf eine Lieferanten-Kunden-Beziehung als der „überzeugte Glauben des Kunden, dass der Lieferant sich langfristig im Interesse des Kunden verhält“ [AhZe2004, S. 18] definiert. Vertrauen ist somit wichtig, wenn in Geschäftsbeziehungen bzw. –transaktionen ein gewisses Maß an Unsicherheit herrscht. Ein Kunde ist eher bereit eine unsicherere Transaktion (z. B. zeitkritische Produktbestellung) zu tätigen, wenn er Vertrauen in den beauftragten Lieferanten bzw. dessen Geschäftsaussagen hat, sich sozusagen auf seinen Lieferanten verlassen kann. „Dies gilt insbesondere dann, wenn Leistung und Gegenleistung nicht simultan erbracht werden und eine Partei somit in Vorleistung tritt“ [AhZe2004, S. 18]. Durch die Vorleistung wird dem Partner bekundet, dass man ihm selbst Vertrauen entgegenbringt, damit verbunden ist aber gleichzeitig die Erwartungshaltung, dass der Partner seinerseits sich vertrauensvoll verhält [Vgl. Stoe2000, S. 9].

Werden Transaktionen zwischen Kunde und Lieferant abgewickelt, so kann Zufriedenheit entstehen. Dabei wird Zufriedenheit als „positiv affektiver Zustand beschrieben, der aus dem Abgleich der Erwartungen mit den erhaltenen Ergebnissen resultiert“ [AhZe2004, S. 20]. Zufriedenheit mit einem Geschäftspartner hat einen positiven Effekt auf die Intensität der Interaktionsbeziehungen und fördert das Entstehen von Loyalität. Da sich die Ergebnisse von Transaktionen mit den im vorigen Abschnitt beschriebenen quantitativen Kriterien messen lassen, kann somit auch die Zufriedenheit als aggregierte, leistungsbezogene Sicht auf die gesamte Geschäftsbeziehung ermittelt werden.

Eine weitere wichtige Voraussetzung für eine intensive und dauerhafte Geschäftsbeziehung ist der Grad an Commitment, den ein Partner bzw. Unternehmen einbringt [Vgl.

Stoe2000, S. 10]. Unter Commitment wird „das Gefühl der inneren Verpflichtung eines Geschäftspartners verstanden, alle Anstrengungen zu unternehmen, die als notwendig empfunden werden, um die Geschäftsbeziehung aufrechtzuerhalten“ [AhZe2004, S. 21]. In diesem Sinne fördert Commitment die Stabilität von Geschäftsbeziehungen und damit auch die Toleranz gegenüber Geschäftspartnern. Dabei kann die gegenseitige Abhängigkeit einen großen Einfluss auf den Grad des Commitments haben.

Sowohl Vertrauen als auch Commitment haben einen sehr starken interpersonellen, subjektiven Charakter, was bereits in den Definitionen deutlich wird, wenn von „Glauben an ...“ und „Gefühl der ...“ gesprochen wird. Bei der Definition von Zufriedenheit lässt sich eine objektive Komponente ausmachen, die eine automatisierte Betrachtung ermöglicht.

Wie wird nun anhand dieser verschiedenen Kriterien eine Bewertung von Lieferanten durchgeführt? Wie können diese Kriterien sinnvoll angewendet werden, um bei der Auswahl von Lieferanten die beste Wahl zu treffen? Um diesen Fragen auf den Grund zu gehen, sollen im nächsten Schritt nun Methoden und Verfahren zur Lieferantenbewertung untersucht werden. Dabei liegt der Fokus nicht darauf, die verschiedenen Verfahren erschöpfend darzustellen, sondern vielmehr darauf, einen Überblick zu geben, um abwägen zu können, welche dieser Verfahren für die Anwendung in strategischen Liefernetzen geeignet sind.

### **3.2.3 Methoden und Verfahren zur Lieferantenbewertung**

Bereits in ihrer sehr umfangreichen Untersuchung zu Kriterien und Methoden für die Lieferantenbewertung haben Weber et al. darauf hingewiesen, dass die Auswahl von Lieferanten eine komplexe Aufgabe ist, die nur durch die gleichzeitige Berücksichtigung von mehreren Kriterien erfolgreich gelöst werden kann [Vgl. WeCB1991, S. 3]. Dabei wird die Lieferantenauswahl „[...] grundsätzlich als ein Entscheidungsproblem verstanden, das sich aus der Existenz mehrerer Bezugsquellen zur Deckung des Bedarfs an extern zu beziehenden Gütern ergibt“ [Glant1994, S. 11]. Damit die Beschaffungsfunktion im Unternehmen der sehr wichtigen Aufgabe der Lieferantenauswahl nachkommen kann [Vgl. MuAD2002, S. 23], braucht sie also zur Entscheidungsunterstützung geeignete Verfahren, die es ermöglichen, die im vorigen Kapitel beschriebenen Kriterien flexibel und unternehmensspezifisch zu kombinieren. Die Lieferantenbewertung hat somit zum Ziel, „[...] möglichst alle Faktoren, die bei der Lieferantenauswahl von Bedeutung sein können, zu erfassen, sie explizit zu machen, im Rahmen der Bewertung ihre relative Bedeutung festzulegen und darauf aufbauend eine Auswahlentscheidung zu treffen“ [Glant1994, S. 13]. Dazu haben sich über die Jahre eine Vielzahl von

Methoden und Verfahren herausgebildet, die mit unterschiedlichen Ansätzen das angesprochene Ziel verfolgen, die Beschaffungsfunktion bei der Identifikation der am besten geeigneten Lieferanten zu unterstützen. Die Verfahren sollten dabei subjektive Einflüsse bei der Bewertung durch methodisches Vorgehen weitgehend ausschließen und die Transparenz innerhalb der Beschaffung und auch bei den Lieferanten erhöhen [Vgl. Glant1994, S. 19]. In der Regel wird es nicht den einen idealen Lieferanten geben, der bei allen in Frage kommenden Kriterien jeweils die besten Ergebnisse erzielt [Vgl. WeCD2000, S. 136], sondern es wird darauf ankommen, angepasst an die jeweilige Beschaffungsaufgabe, denjenigen Lieferanten zu identifizieren, der einen ganzen Kriterienkatalog am besten erfüllt. Es kann durchaus vorkommen, dass bestimmte Kriterien untereinander in Konflikt stehen. So kann z. B. der Lieferant, der das Kriterium „Bester Preis“ erfüllt, nicht an erster Stelle stehen, wenn es um „Beste Qualität“ oder „Besten Lieferservice“ geht [Vgl. WeCu1993, S. 174]. Jedes Unternehmen wird somit für sich ein spezifisches Lieferantenbewertungssystem entwerfen müssen, welches die Ansprüche und Beschaffungsstrategien des Unternehmens widerspiegelt, möglichst objektiv eine umfassende Bewertung von Lieferanten zulässt und flexibel genug ist, um schnelle Anpassungen und Justierungen (z. B. neue oder veränderte Kriterien) zu unterstützen. Wie werden die Unternehmen nun bei der Entwicklung eines solchen Bewertungssystems unterstützt? Auf welche bekannten Methoden und Verfahren kann ein Unternehmen in der Praxis zurückgreifen und diese gegebenenfalls an die individuelle Unternehmenssituation anpassen?

Eine erste grobe Einteilung der Verfahren kann anhand einer Art historischer Dimension vorgenommen werden. Ahlert et al. sprechen dabei von klassischen und innovativen Bewertungsverfahren [Vgl. AhZe2004, S. 25], wobei hierbei nicht eine Abwertung der klassischen Verfahren verstanden werden soll. Vielmehr sind die innovativen Verfahren neuere Ansätze, die sich zum Teil noch im wissenschaftlichen Stadium befinden und deren praktische Relevanz noch nachgewiesen werden muss.

Wie bei den Kriterien bereits angewandt, lassen sich die klassischen Verfahren ebenfalls in die Kategorien qualitativ und quantitativ einteilen. Quantitative Verfahren sind mathematisch begründete Rechenverfahren, die auf skalierte Daten aufbauen, welche sich mit Hilfe von Gleichungssystemen miteinander verknüpfen lassen [Vgl. AhZe2004, S. 26; Jank2004, S. 102]. Im Gegensatz dazu erfassen qualitative Verfahren „entweder generelle Einflüsse auf die Ziele, ohne jedoch deren genaues Ausmaß bestimmen zu können, oder sie verarbeiten subjektive Einschätzungen und Meinungen“ [Jank2004, S. 102]. Betrachtet man nun die verschiedenen Verfahren, so stellt man fest, dass einige Elemente aus beiden Kategorien aufweisen, sie also sowohl mathematische Funktionen verwenden, als auch subjektive Bewertungen zulassen. Ahlert et al. sprechen hier von



Mischformen oder Mischverfahren, Janker ordnet solche Verfahren ihrem Schwerpunkt nach in die eine oder andere Kategorie ein. Im Zuge dieser Arbeit wird dem Ansatz von Ahlert et al. gefolgt. Es ergeben sich somit zur Einteilung der Lieferantenbewertungsverfahren die Kategorien: Quantitativ, Qualitativ, Mischverfahren und Jüngere bzw. innovative Ansätze. Die Einordnung der jeweiligen Verfahren in diese Kategorien ist in Tab. 3.1 in einer Übersicht dargestellt.

Zu den rein quantitativen Verfahren zählen die Preis-Entscheidungsanalyse, die Kosten-Entscheidungsanalyse, die Bilanzanalyse, das Optimierungsverfahren und das Kennzahlenverfahren.

Zu den rein qualitativen Verfahren zählen das Checklisten-Verfahren und die Portfolioanalyse, die auch als graphische Verfahren charakterisiert werden.

Die Mischverfahren lassen sich weiter unterteilen in numerische und graphische Verfahren. Zu den numerischen Verfahren gehören das Notensystem-Verfahren, das Punktbewertungsverfahren, der Matrix-Approach, die Nutzwertanalyse und die Lieferantentypologie. Profilanalyse und die Lieferanten-Gap-Analyse werden zu den graphischen Verfahren gezählt.

<b>Lieferantenbewertungsverfahren</b>		
<b>Klassische Verfahren</b>	<b>Quantitative Verfahren</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preis-Entscheidungsanalyse</li> <li>• Kosten-Entscheidungsanalyse</li> <li>• Bilanzanalyse</li> <li>• Optimierungsverfahren</li> <li>• Kennzahlenverfahren</li> </ul>
	<b>Qualitative Verfahren</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Checklisten-Verfahren</li> <li>• Portfolioanalyse</li> </ul>
	<b>Mischverfahren</b>	<p><b>Numerisch:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Notensystem-Verfahren</li> <li>• Punktbewertungsverfahren</li> <li>• Matrix-Approach</li> <li>• Nutzwertanalyse</li> <li>• Lieferantentypologie</li> </ul> <p><b>Graphisch:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Profilanalyse</li> <li>• Lieferanten-Gap-Analyse</li> </ul>
<b>Jüngere bzw. innovative Ansätze</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Balanced Scorecard</li> <li>• Fuzzy Logic Ansatz</li> <li>• Ratingmatrix</li> <li>• Faktorenanalyse</li> <li>• Linear weighting models</li> <li>• Mathematical programming models</li> <li>• Activity Based Costing</li> <li>• Lieferanten Quality Function Deployment</li> </ul>

**Tab. 3.7 Kategorien und Verfahren zur Lieferantenbewertung**

Zu den jüngeren bzw. innovativen Ansätzen zählen die Balanced Scorecard, der Fuzzy Logic Ansatz, die Ratingmatrix, die Faktorenanalyse sowie die von Janker als komplexe Ansätze bezeichneten Verfahren [Vgl. Jank2004, S. 153], wie Analytic Hierarchy Process aus der Gruppe der “Linear weighting models”, “Mathematical programming models”, Activity Based Costing. Den Abschluss der Betrachtungen zu den Lieferantenbewertungsverfahren bildet das Lieferanten Quality Function Deployment.

Im Folgenden sollen nun diese verschiedenen Verfahren kurz beschrieben werden, um sie dann im Hinblick auf ihre Eignung für den Einsatz bei der Evaluation und Auswahl von strategischen Liefernetzen zu bewerten. Dabei wird ein entsprechendes Augenmerk auf die Automatisierbarkeit des jeweiligen Verfahrens gelegt.

### *Quantitative Verfahren*

Gemeinsam ist den quantitativen Verfahren, dass sie ausschließlich auf mathematisch genau erfassbaren Kriterien beruhen. Auf Basis von geeigneten Operationen wird dann die Lieferantenbewertung als mathematisches Entscheidungsproblem gelöst. Subjektive Werturteile sollen nicht berücksichtigt werden [Vgl. Glant1994, S. 23].

Die *Preis-Entscheidungsanalyse* konzentriert sich auf nur ein Kriterium, den Preis. Dieses Kriterium wird anhand dreier Methoden untersucht, der Preisbeobachtung, dem Preisvergleich und der Preisstrukturanalyse [Vgl. Glant1994, S. 26f]. Anhand der Preisbeobachtung wird die Preisentwicklung eines Beschaffungsobjektes und gegebenenfalls auch dessen Substitutionsobjektes am Markt beobachtet, um Einsparpotentiale aufzudecken. Mit dem Preisvergleich lassen sich Angebote von verschiedenen Lieferanten vergleichen<sup>7</sup> (sofern ein und dasselbe Beschaffungsobjekt von verschiedenen Lieferanten angeboten wird), um einen Überblick über die günstigsten Preiskonditionen zu bekommen [Vgl. Arno1995, S. 172-174]. Mit der Preisstrukturanalyse kann das beschaffende Unternehmen untersuchen, ob die durch den Lieferanten angebotenen Preise im Sinne einer Win-Win Situation angemessen sind. Es geht darum, sowohl die einzelnen Kostenbestandteile als auch die Gewinnanteile des Preises zu verstehen [Vgl. Arno1995, S. 175]. Dabei greift man sowohl auf allgemein zugängliche Informationen, wie amtliche Notierung und Statistiken zurück, als auch auf vergangene Angebote des Lieferanten, sofern diese verfügbar sind [Vgl. Jank2004, S. 102-104].

---

<sup>7</sup> Beim Preisvergleich ist es wichtig, dass alle möglichen Konditionen wie Rabatte, Zahlungsbedingungen und ertl. Bonus berücksichtigt werden. Dabei besteht in der Praxis häufig die Problematik, dass z. B. Bonusvereinbarungen nicht direkt miteinander verglichen werden können. Hier gibt es eine Vielzahl von unterschiedlichen Vorgehensweisen, wie z. B. Mengen-/Zeitvereinbarungen, Volumen-/Zeitvereinbarungen.

Betrachtet die Preis-Entscheidungsanalyse das Zustandekommen des Preises beim Lieferanten, so werden bei der *Kosten-Entscheidungsanalyse* noch die zusätzlichen Kosten untersucht, die beim beschaffenden Unternehmen auftreten. Diese Beschaffungskosten sind in der Regel von Lieferant zu Lieferant verschieden. Arnold unterscheidet hier mittelbare (fixe Kosten, die bei jeder Bestellung unabhängig von der Menge anfallen) und unmittelbare (von der Bestellmenge abhängig) Kostenanteile [Vgl. Arno1995, S. 155]. Zu den Beschaffungskosten zählen: Kosten für den Transport<sup>8</sup>, Kosten für die Qualitätssicherung<sup>9</sup>, Kosten für Lagerhaltung und Kosten für den Service (z. B. Aufwand für Retouren). Janker weist in diesem Zusammenhang auf die Cost-Ratio-Methode und das Total Cost Supplier Selection Model hin [Vgl. Jank2004, S. 107]. Die Cost-Ratio-Method ermittelt zunächst alle aufgrund der Beschaffungsvorgänge bei einem Lieferanten entstehenden Kosten und drückt sie dann als Prozentsatz vom gesamten Einkaufsvolumen beim Lieferanten aus [Vgl. Glant1994, S. 29]. Um nun Lieferanten miteinander vergleichen zu können, werden die vom Lieferanten genannten Preise des Beschaffungsobjektes um den jeweils ermittelten Prozentsatz erhöht. In Ergänzung zu dieser Kostenbetrachtung werden beim Total Cost Supplier Selection Model weitere Faktoren berücksichtigt, wie z. B. die finanzielle Situation des Lieferanten oder seine Bereitschaft bzw. Fähigkeit eine Just-in-Time Strategie zu unterstützen. Trotz dieses erweiterten Blickwinkels konzentriert sich die Kosten-Entscheidungsanalyse auf die Bewertung anhand eines singulären Kriteriums.

Eine mehr allgemeine Betrachtung des Geschäftsverlaufs beim Lieferanten stellt die *Bilanzanalyse* an. Über einen längeren Zeitraum werden dabei Bilanzen und Geschäftsberichte analysiert, um Prognosen und Tendenzen des Geschäftsverlaufs für die Zukunft herzuleiten [Vgl. Glant1994, S. 24]. Dies kann insbesondere dann wichtig werden, wenn ein beschaffendes Unternehmen neue Geschäftsfelder erschließen will und hierzu starke und stabile Partner sucht. Auch im Hinblick auf ein zukünftiges Wachstum kann es interessant sein, ob die bisherigen Lieferanten als Partner ein solches Wachstum auch mittragen können. In der Praxis kann mit der Bilanzanalyse allerdings nur ein Teil des Leistungsspektrums des Lieferanten analysiert werden. Deshalb ist die Bilanzanalyse nur in Ergänzung zu anderen Verfahren sinnvoll einzusetzen [Vgl. Jank2004, S. 113-115].

---

<sup>8</sup> Die Transportkosten hängen natürlich vom jeweiligen Liefervertrag ab. In der Praxis wird das beschaffende Unternehmen bestrebt sein, sich die Beschaffungsobjekte frei Haus liefern zu lassen. Dann nämlich übernimmt der Lieferant die Transportkosten. Insbesondere bei Global Sourcing Strategien und internationalen Lieferanten können die Transportkosten einen signifikanten Teil der Beschaffungskosten ausmachen.

<sup>9</sup> Die Qualitätssicherung findet in der Regel im Wareneingang des beschaffenden Unternehmens statt. Die Kosten, die dabei anfallen, hängen davon ab, ob die Beschaffungsobjekte stichprobenartig oder umfassend geprüft werden. Die Qualitätssicherungsstrategie hängt wiederum sehr stark vom Lieferanten und den Erfahrungen ab, die mit diesem Lieferanten in der Vergangenheit gemacht wurden.

Die Ergebnisse aus den bisher betrachteten Einzelkriterien-Verfahren können als Ausgangsdaten für *Optimierungsverfahren* eingesetzt werden [Vgl. Glant1994, S. 30]. Hierzu zählt z. B. das Verfahren der linearen Optimierung. Das beschaffende Unternehmen legt zunächst fest, welche Kriterien für die Bewertung der Lieferanten relevant sind. Aus diesen Kriterien wird nun das Hauptkriterium bestimmt, nach dem die Optimierung durchgeführt werden soll. Ziel des Verfahrens ist es, die analysierten Lieferanten in eine Rangfolge bzgl. des Erfüllungsgrades dieses Hauptkriteriums zu bringen. Die anderen Kriterien, die sogenannten Nebenkriterien, dienen im Verfahren zunächst als Ausschlusskriterium, was bedeutet, dass mit Minimal- bzw. Maximalanforderungen bzgl. der Nebenkriterien zuerst eine Liste der zu betrachtenden Lieferanten erstellt wird. Die Lieferanten auf dieser Liste werden dann mit Hilfe des Hauptkriteriums in die besagte Rangfolge gebracht. Das Hauptkriterium wird dabei auch Zielfunktion genannt [Vgl. Hapk1989, S. 97]. Das Verfahren hat somit auch nur ein sogenanntes Beschaffungsziel (eben das Hauptkriterium) im Fokus und reduziert die anderen Kriterien bzw. Beschaffungsziele zu Restriktionen [Vgl. Jank2004, S. 108]. Die lineare Optimierung als mathematisches Programmiermodell für den Einsatz bei der Lieferantenbewertung wurde insbesondere im angelsächsischen Raum weiterentwickelt. Hierbei haben sich verschiedene Ansätze herausgebildet, die de Boer et al. in ihrem Review sehr übersichtlich darstellen [Vgl. BoLM2001, S. 83]. Alle diese Ansätze verfolgen das Ziel, flexibler in der Kombination von Restriktionen und Zielfunktionen zu sein. Mit dem Einsatz der Goal Programming Methode wurden verschiedene Verfahren zur Lieferantenbewertung vorgeschlagen, wie z. B. das Visual Interactive Goal Programming (VIG) [Vgl. KaKK1999, S. 95], für das es auch entsprechende Simulationsprogramme gibt. Der Einkäufer wird damit in die Lage versetzt, verschiedene Kombinationen von System- oder Einkaufspolitikrestriktionen mit unterschiedlichen Zielfunktionen zu kombinieren und entsprechende Lieferantenbewertungen zu simulieren.

Als letztes der als quantitativ gruppierten Verfahren soll nun noch das *Kennzahlenverfahren* besprochen werden. Kennzahlen sind dabei „[...] quantitative Daten, die das Management über alle zahlenmäßig erfassbaren, betriebswirtschaftlichen Sachverhalte in präziser und konzentrierter Weise informieren“ [Jank2004, S. 109]. Kennzahlen lassen sich somit gut dafür einsetzen, um z. B. die Leistungsfähigkeit von Lieferanten zu bestimmen [Vgl. CoGa2004, S. 39]. Dazu muss allerdings darauf geachtet werden, dass Kennzahlen einfach, eindeutig, transparent und übersichtlich definiert werden, damit sie in der Praxis auch einen Nutzen bringen [Vgl. Arno1995, S. 226]. Kennzahlen können unterschiedlich gebildet werden: es können Einzelwerte, Summen, Differenzen oder Durchschnitte sein. Kennzahlen können verschiedene Sachverhalte darstellen: Anteile an einem Ganzen, Verhältnisse zwischen gleichrangigen Größen oder auf Zeiträume

bezogene Werte (z. B. Preisentwicklung von Beschaffungsobjekten auf Quartale bezogen) [Vgl. Jank2004, S. 109].

Kennzahlen lassen sich nach ihrer betriebswirtschaftlichen Aussagekraft gruppieren. So gibt es Struktur- und Rahmenkennzahlen, die z. B. die Anzahl und Kapazität von Lieferanten oder die Rahmenvertragsquote<sup>10</sup> beschreiben. Produktivitätskennzahlen stellen die Leistungsfähigkeit von Ressourcen (z. B. Mitarbeiter oder technische Einrichtungen) dar, Wirtschaftlichkeitskennzahlen setzen Kostengrößen zu Leistungseinheiten in Beziehung (z. B. Fixkosten pro Bestellung). In Tab. 3.8 ist eine Auswahl von Kennzahlengruppen und den dazugehörigen Kennzahlen aufgeführt, die im Rahmen dieser Arbeit für relevant erachtet werden. Im Wesentlichen sind dies Logistikkennzahlen, die über die Leistungsfähigkeit und die Qualität der Leistung von Lieferanten Aufschluss geben, so z. B. die Liefertreue (Einhaltung von Lieferzusagen), die Mengentreue (Abweichung der Liefermengen von den Bestellmengen), aber auch die Lieferqualität (Anteil der liefermangelfreien Lieferungen an der Gesamtzahl der Lieferungen).

<b>Kennzahlen zur Lieferantenbewertung</b>	
<b>Bezeichnung</b>	<b>Ermittlung</b>
Lieferqualität	(Anzahl der liefermangelfreien Lieferungen) / (Gesamtzahl der Lieferungen)
Liefertreue	(Anzahl der auf bestätigten Termin gelieferten Lieferungen) / (Gesamtzahl der bestätigten Lieferungen)
Mengentreue	(Anzahl der Lieferungen ohne Fehlmengen) / (Gesamtanzahl der Lieferungen)
Lieferzeit	Zeitspanne von der Bestellbestätigung bis zum Eingang der Lieferung
Lieferbereitschaft	(Anzahl der auf einen gewünschten Termin gelieferten Lieferungen) / (Gesamtzahl der bestätigten Lieferungen)

Quelle: [Vgl. Jank2004, S. 111]

**Tab. 3.8 Beispiele für Kennzahlen für die Lieferantenbewertung**

Aufgrund der Interdependenzen zwischen den Kennzahlen ist eine isolierte Betrachtung einzelner Kennzahlen nicht ausreichend für die Bewertung von Lieferanten. Ein Kennzahlenverfahren muss vielmehr in der Lage sein, mehrere Kennzahlen miteinander zu verknüpfen. So wird beim Gesamtwertzahlverfahren zunächst eine Hauptkennzahl definiert, die auch als Hauptanforderungskriterium fungiert. Alle anderen Kriterien werden zunächst über eine Gewichtung zusammengeführt und die Hauptkennzahl danach mit der Summe der gewichteten übrigen Kennzahlen korrigiert. Damit ergibt sich die sogenannte Gesamtwertzahl des Lieferanten, anhand derer die Eignung der Lieferanten für

<sup>10</sup> Insbesondere bei großen Unternehmen gibt es in der Praxis immer wieder eine Diskrepanz zwischen strategischem und operativem Einkauf. Der strategische Einkauf schließt in der Regel Rahmenverträge mit Lieferanten ab, an die sich die operativen Einkäufer nicht immer halten. Es kommt durchaus vor, dass aufgrund von persönlichen Kontakten zwischen Einkäufer und Lieferanten der Einkäufer im Einzelfall bessere Konditionen bei einem anderen Lieferanten erzielt.

eine bestimmte Beschaffungssituation (z. B. Beschaffung von strategischen Gütern) bestimmt wird [Vgl. Glant1994, S. 31].

In der englischsprachigen Literatur wird in Analogie zum Gesamtwertzahlverfahren vom *Linear weighting model* gesprochen [Vgl. BoLM2001, S. 82]. Dabei werden alle Kriterien bzw. Kennzahlen gewichtet, wobei die Kennzahl mit dem höchsten Gewicht die Hauptkennzahl darstellt. Die Kennzahlen werden dann mit dem Gewicht multipliziert und die einzelnen Zahlenprodukte aufsummiert. Damit ergibt sich eine einzige Zahl für jeden Lieferanten, anhand derer dann ein Rangfolge der Lieferanten gebildet und der Lieferant mit der höchsten Kennzahl ausgewählt werden kann. Bei diesem Verfahren kann allerdings eine Kennzahl, die besonders gut erfüllt ist, schlechte Bewertungen in anderen Kennzahlen kompensieren. Deshalb wurde das Verfahren dahingehend erweitert, dass bestimmte Schwellwerte angegeben werden können, die von einem Lieferanten mindestens erfüllt werden müssen. Damit lassen sich in der Praxis gewisse Restriktionen in dieses Modell einbauen. Zu den Linear weighting models erfolgen noch weitere Ausführungen im Unterabschnitt „Jüngere bzw. innovative Verfahren“.

<b>Quantitative Verfahren zur Lieferantenbewertung</b>				
<b>Verfahren</b>	<b>Kriterien</b>		<b>Auto- ma- tisch</b>	<b>Bemerkung</b>
	<b>Einzel</b>	<b>Multi</b>		
Preis - Entscheidungs-analyse	X		Nein	Automatisierbarkeit hängt davon ab, wie die Daten für Preisbeobachtung, Preisentwicklung und Preisstrukturanalyse automatisch beschafft werden können
Kosten - Entscheidungs-analyse	X		Nein	Automatisierbarkeit hängt davon ab, wie die Daten für die verschiedenen Kostenelemente automatisch beschafft werden können
Bilanzanalyse	X		Nein	Konzentration auf finanzielle Situation des Lieferanten. Daten in der Regel nicht automatisch beschaffbar
Optimierungsverfahren		X	Ja	Multi-kriteriell nur in dem Sinne, dass Nebenkriterien als Restriktionen berücksichtigt werden
Kennzahlenverfahren		X	Ja	Die Kennzahlen lassen sich mit Hilfe von ERP und BI-Systemen in der Regel automatisch beschaffen.

**Tab. 3.9 Übersicht der quantitativen Verfahren zur Lieferantenbewertung**

Die quantitativen Verfahren sind in Tab. 3.9 noch einmal im Überblick aufgeführt. Dabei wird dargestellt, ob das jeweilige Verfahren für eine multi-kriterielle Lieferantenbewertung eingesetzt werden kann und inwieweit eine Automatisierbarkeit des Verfahrens gegeben ist.

### Qualitative Verfahren

Die rein qualitativen Verfahren stellen den Bewertungsprozess und die sich daraus ergebenden Ergebnisse ausschließlich in qualitativer Form, in der Regel verbal oder graphisch dar. Sie erfassen eher generelle Einflussgrößen, ohne die Auswirkungen dieser Einflüsse genau bestimmen zu können [Vgl. Glant1994, S. 32]. Diese Verfahren haben einen statischen Charakter, können aber durchaus eine Mischung aus quantitativen und qualitativen Kriterien betrachten. Allerdings sind diese Verfahren nur bedingt dazu geeignet, Bewertungsergebnisse zu quantifizieren und damit auch vergleichbar zu machen [Vgl. AhZe2004, S. 27]. Zu den rein qualitativen Verfahren zählen das Checklistenverfahren und die Portfolioanalyse.

Beim *Checklistenverfahren* werden die Bewertungskriterien in einer Liste geführt. Es werden messbare und nicht-messbare Kriterien unterschieden. Die messbaren Kriterien sind meist Fragen, die mit Ja oder Nein zu beantworten sind, die nicht-messbaren Kriterien sind verbale Beschreibungen, die in der Regel noch bestimmten Bewertungsklassen (z. B. Flexibilität) zugeordnet werden [Vgl. Hart1994, S. 70]. Die Checkliste sollte individuell auf die speziellen Bedürfnisse des beschaffenden Unternehmens ausgelegt sein. In Tab. 3.10 sind Beispiele für messbare und nicht-messbare Kriterien aufgeführt.

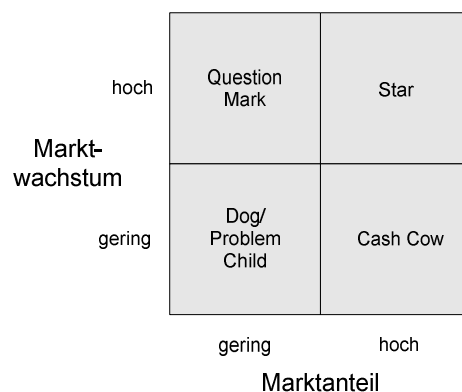
Checkliste	
<b>Messbare Kriterien</b>	Kann der Lieferant das gewünschte Erzeugnis liefern, und zwar
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• in der notwendigen Stückzahl?</li> <li>• zum vorgegebenen Liefertermin?</li> <li>• in der geforderten Qualität</li> <li>• zu einem akzeptablen Preis?</li> </ul>
	Qualitätsreferenzen
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existierte bereits eine Geschäftsverbindung?</li> <li>• Liegen Erfahrungen mit dem Lieferanten vor?</li> </ul>
<b>Nicht-messbare Kriterien</b>	Firmencharakter
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wie zuverlässig ist der Lieferant?</li> <li>• Wie sind die praktischen Fähigkeiten zu bewerten?</li> <li>• Wie hoch ist das Interesse des Lieferanten an einer engen Zusammenarbeit?</li> </ul>
	Lieferbereitschaft
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wie vorteilhaft ist der Standort des Lieferanten?</li> <li>• Wie verlässlich sind die Lieferaussagen (Menge, Zeit) des Lieferanten?</li> </ul>

Quelle: [Vgl. Hart1994, S. 70-73]

**Tab. 3.10 Beispiele für messbare und nichtmessbare Kriterien**

Darüber hinaus lassen sich die Kriterien noch durch ihre Bedeutung charakterisieren (z. B. Pflichtkriterien oder optionale Kriterien). Mit diesen Checklisten besteht die Möglichkeit, die Stärken und Schwächen von Lieferanten zu erkennen. Es ist ein einfaches Verfahren und ist deshalb in der Praxis häufig zu finden [Vgl. Glant1994, S. 34]. Das Verfahren kann durchaus auch verwendet werden, um Lieferanten in gewisser Weise miteinander zu vergleichen, indem eine Checkliste für einen Referenz- oder Ideallieferanten erstellt wird, mit Hilfe derer dann die bewerteten Lieferanten verglichen werden [Vgl. Jank2004, S. 128].

Als weiteres qualitatives Verfahren soll hier noch die *Portfolioanalyse* vorgestellt werden. Das Verfahren der Portfoliobildung hat seinen Ursprung in der Finanzwelt und wird hauptsächlich zur Strukturierung von strategischen Fragestellungen eingesetzt [Vgl. OIE1997, S.101]. In der Regel werden dabei zwei strategisch bedeutsame Dimensionen definiert und in einer zweidimensionalen Matrix dargestellt. Für die dadurch entstehenden Matrixfelder werden kategoriespezifische Verhaltensempfehlungen formuliert [Vgl. Spech1994, S. 98]. Damit lassen sich sogenannte strategische Geschäftsfelder abgrenzen und zu deren Umsetzung Norm- bzw. Standardstrategien definieren [Vgl. Arno1995, S. 85f].



Quelle: [Vgl. Dill1995, S. 336]

**Abb. 3.5 Marktwachstums-Markanteils-Portfolio**

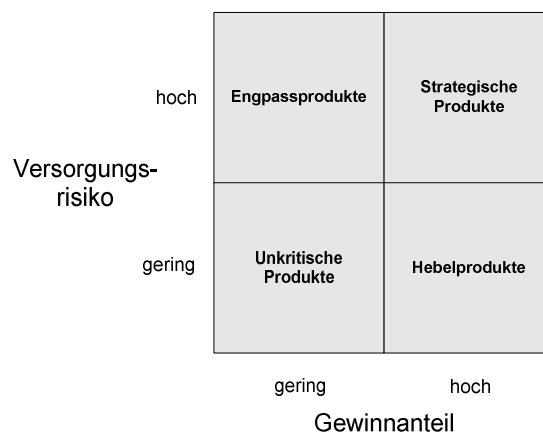
Deshalb wird die Portfolioanalyse in der Praxis oft als ein diagnostisches Instrument zur Beurteilung von Wachstumschancen und zur Wettbewerbspositionierung eingesetzt [Vgl. Dill1995, S. 334]. Populär gemacht wurde das Verfahren mit dem Marktwachstums-Markanteils-Portfolio, das durch die Boston Consulting Group eingeführt wurde und in Abb. 3.5 dargestellt ist.

Mit diesem Portfolio werden verschiedene Produkt-Markt Kombinationen bewertet. Ein Unternehmen ist somit in der Lage z. B. seine „Star“-Produkte zu identifizieren und diese entsprechend strategisch zu fördern. Im Gegensatz dazu wird ein Unternehmen



den Aufwand für „Dog“-Produkte so gut es geht reduzieren. Eine weitere strategische Überlegung wird sein, welche der Produkte in den Kategorien „Question Mark“ und „Cash Cow“ sich zu „Star“-Produkten weiterentwickeln lassen. Es gibt somit eine Vielzahl von strategischen Überlegungen, die sich aus diesen relativ einfachen und übersichtlichen Portfoliodarstellungen ableiten lassen.

Wie kann nun die Portfolioanalyse in der Domäne der Beschaffung eingesetzt werden? Generell lässt sich mit Portfoliomodellen in der Beschaffung der Einsatz von knappen Ressourcen durch die Identifikation von geeigneten Produktgruppen, Lieferantengruppen und Lieferantenbeziehungen steuern [Vgl. OIEI1997, S. 103]. Hierzu werden verschiedene Dimensionen betrachtet. Dabei soll zunächst auf die Beschaffungsgüter eingegangen werden. Im Beschaffungsgüter-Portfolio werden die Beschaffungsgüter in den Dimensionen Versorgungsrisiko und Gewinneinfluss in Beziehung zueinander gebracht. Der Gewinneinfluss wird anhand einer ABC-Analyse ermittelt, die den wertmäßigen Anteil eines Beschaffungsgutes am Gesamtbeschaffungsvolumen aufzeigt [Vgl. Arno1995, S. 220]. Als A-Güter werden diejenigen Beschaffungsgüter bezeichnet, die einen großen Anteil am gesamten Beschaffungsvolumen haben und durch hohe Mengenanteile in der Gesamtheit einen hohen Wert erlangen [Vgl. Hapk1989, S. 84].



Quelle: [Vgl. Jank2004, S. 132]

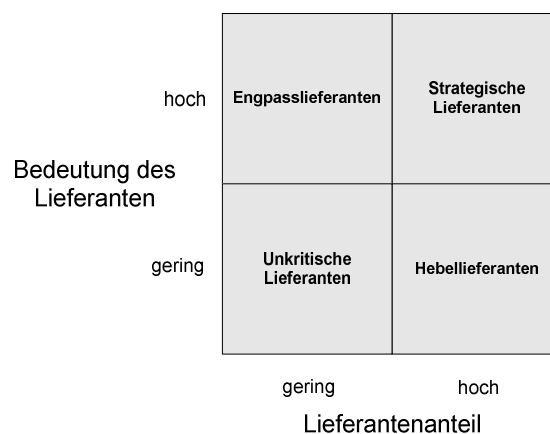
**Abb. 3.6 Beschaffungsgüter-Portfolio**

Für die sich aus dem Beschaffungsgüter-Portfolio ergebenden vier Kategorien von Beschaffungsgütern werden entsprechende Standardbeschaffungsstrategien ermittelt. So wird ein Unternehmen bei der Beschaffung von strategischen Produkten auf eine langfristige Zusammenarbeit auf partnerschaftlicher Basis mit den jeweiligen Lieferanten setzen und mit Hilfe von ebenfalls langfristig ausgelegten Beschaffungsplänen das Versorgungsrisiko reduzieren. Engpassprodukte haben ebenfalls ein hohes Versorgungsrisiko, welches durch Maßnahmen wie z. B. längerfristige Lieferverträge, Alternativlieferanten und eigene Bestände reduziert werden kann. Hebelprodukte sind gut am Markt

zu beschaffen, hier gibt es in der Regel einen großen Wettbewerb der Lieferanten. Die Beschaffungsstrategie sollte hier darauf abzielen, den günstigsten Preis am Markt zu erzielen und dabei die bestmögliche Qualität abzusichern, also mit den leistungsstärksten Lieferanten zusammenzuarbeiten. Allerdings ist es nicht unbedingt erforderlich, eine langfristige Bindung mit diesen Lieferanten einzugehen. Die letzte Kategorie sind die unkritischen Produkte, deren Beschaffungsstrategie sich hauptsächlich am Preis orientieren sollte. Hier ist es sogar in der Praxis durchaus üblich, dass von Bestellung zu Bestellung mit unterschiedlichen Lieferanten gearbeitet wird.

Analog zu der Kategorisierung der Beschaffungsgüter lassen sich auch die Lieferanten mit Hilfe eines Lieferanten-Portfolios gruppieren. Als Dimensionen werden auf der einen Seite der Lieferantenanteil am gesamten Beschaffungsvolumen und auf der anderen Seite die Bedeutung des Lieferanten für das beschaffende Unternehmen angesetzt. In Abb. 3.7 ist ein Lieferanten-Portfolio dargestellt.

Das beschaffende Unternehmen wird bestrebt sein, gute partnerschaftliche und langfristige Verbindungen mit den strategischen Lieferanten und den Engpasslieferanten einzugehen. In der Regel ist die Abhängigkeit von diesen Lieferanten groß, Alternativen sind meist nicht verfügbar. Es wird deshalb auch wichtig sein, die Leistungsqualität regelmäßig zu überprüfen und gegebenenfalls Maßnahmen zu ergreifen, um diese Lieferanten zu entwickeln bzw. zu qualifizieren. Effiziente und kostenoptimierte Beschaffung wird die Strategie des beschaffenden Unternehmens beim Umgang mit unkritischen und Hebellieferanten sein.



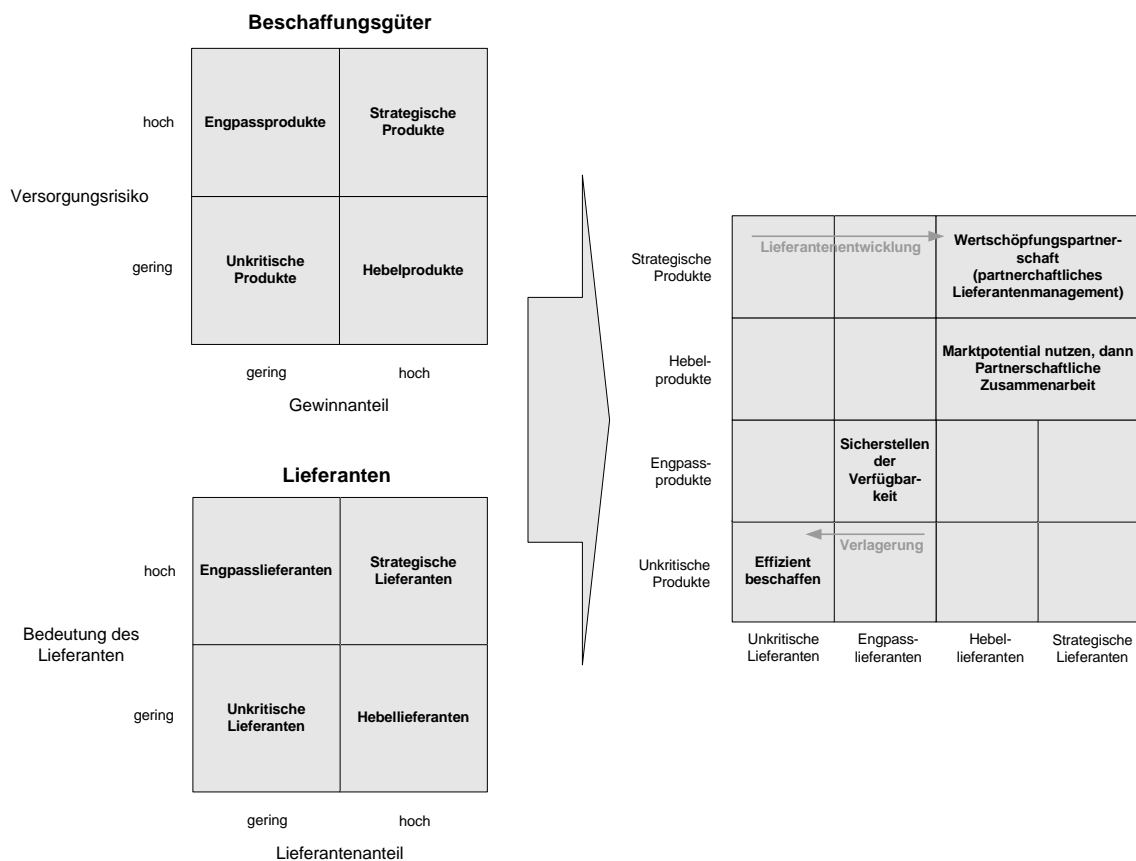
Quelle: [Vgl. Jank2004, S. 134]

**Abb. 3.7 Lieferanten-Portfolio**

Betrachtet man das Beschaffungsgüter-Portfolio und das Lieferanten-Portfolio zusammen, so sollten idealerweise strategische Produkte von strategischen Lieferanten, Engpassprodukte von Engpasslieferanten, Hebelprodukte von Hebellieferanten und unkriti-

sche Produkte von unkritischen Lieferanten geliefert werden. Weicht die aktuelle Beschaffungssituation davon ab, so sollten Strategien zur Annäherung an diesen Idealzustand entwickelt werden, um sicherzustellen, dass das Versorgungsrisiko reduziert wird. Die damit verbundenen Normstrategien bzw. der damit einhergehende Handlungsbedarf kann durch die Kombination der beiden Portfoliomodelle in ein Model dargestellt werden [Vgl. EyKM2002, S. 68]. Eine solche Kombination ist in Abb. 3.8 visualisiert.

Beschafft man z. B. strategische Materialien von Engpass- oder unkritischen Lieferanten (auch Standardlieferanten genannt) so ist damit in der Regel ein höheres Versorgungsrisiko verbunden. Eine Möglichkeit, diesem entgegenzuwirken, ist die Entwicklung der entsprechenden Lieferanten zu Hebel- oder strategischen Lieferanten.



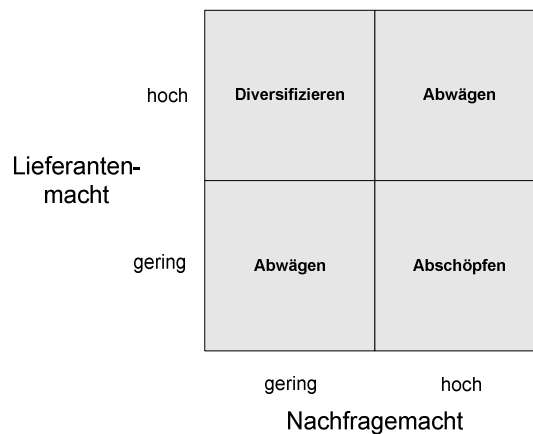
Quelle: [Vgl. EyKM2002, S. 69]

**Abb. 3.8 Kombination von Beschaffungsgüter- und Lieferanten-Portfolio**

Zur Abrundung der Betrachtungen zum Verfahren der Portfolio-Analyse soll hier als letztes noch das Marktmacht-Portfolio angeführt werden. Dabei geht es um die Darstellung der Dimensionen Nachfragemacht und Lieferantenmacht. Das Marktmacht-Portfolio ist in Abb. 3.9 dargestellt und zeigt auf, welche Strategien in den jeweiligen Machtkonstellationen anzuwenden sind. Ein Unternehmen ist in der Lage, Strategien zum Abschöpfen von Leistungsvorteilen in Betracht zu ziehen, sofern die eigene Nach-

fragemacht hoch ist und die der Lieferanten gering. Im umgekehrten Fall sollte das Unternehmen versuchen, Alternativen zu den marktmächtigen Lieferanten zu finden, um die Versorgung zu vertretbaren Kosten sicherzustellen.

Die Strategie des Abwägens wird eingesetzt, um situationsspezifisch die Ziele Versorgungseffizienz und Versorgungssicherheit gegenüberzustellen und zu bewerten. Die jeweilige Entscheidung führt dann entweder zu Abschöpfungs- oder Diversifizierungs- bzw. Investitionsaktivitäten.



Quelle: [Vgl. Arno1995, S. 88]

**Abb. 3.9 Marktmacht-Portfolio**

Die qualitativen Verfahren zur Lieferantenbewertung sind in Tab. 3.11 zusammenfassend dargestellt. Auch hierbei wird aufgeführt, ob die Verfahren mehrere Kriterien gleichzeitig betrachten können und inwieweit sie automatisierbar sind. Sowohl das Checklistenverfahren als auch die Portfolio-Analyse sind nicht vollständig automatisierbar, wobei die Gewinnung der Daten zur Durchführung der Verfahren sehr wohl teilautomatisiert werden kann.

Qualitative Verfahren zur Lieferantenbewertung				
Verfahren	Kriterien		Autom.	Bemerkung
	Einzel	Multi		
Checklistenverfahren		X	Nein	In der Regel werden die Fragen in der Checkliste mit Ja oder Nein beantwortet. Eine Automatisierung ist nicht möglich
Portfolio-Analyse		X	Nein	Das Portfolio-Verfahren an sich ist nicht automatisierbar. Die Beschaffung der Basisdaten zur Anwendung der Portfolio-Analyse kann automatisiert sein.

**Tab. 3.11 Übersicht der qualitativen Verfahren zur Lieferantenbewertung**

## Mischverfahren

Die Verfahren in der Kategorie Mischverfahren haben sowohl quantitativen als auch qualitativen Charakter, also nicht nur mathematisch exakt zu erfassende sondern auch beschreibende Elemente. Die Verfahren lassen sich darüber hinaus noch danach einteilen, wie die Ergebnisse dargestellt werden (numerisch oder graphisch).

Das *Notensystem*-Verfahren gehört zur Untergruppe der numerischen Verfahren. Die Lieferanten werden bei diesem Verfahren auf der Basis von Schulnoten bewertet. Deshalb ist dieses Verfahren in der Regel einfach in der Handhabung und zeichnet sich durch hohe Transparenz aus [Vgl. HaOP2004, S. 56]. Allerdings verzichten die Notensysteme in der Regel auf eine individuelle Gewichtung der Anforderungskriterien, so dass keine Priorisierung zwischen den Kriterien möglich ist [Vgl. Jank2004, S. 116]. Die verschiedenen Notensystem-Verfahren unterscheiden sich in der Skalierung, also der Anzahl der Notenabstufungen, die Verwendung finden.

Das einfachste Notensystem-Verfahren ist das Drei-Notensystem. Hierbei werden für die einzelnen Bewertungskriterien nur drei Noten vergeben (z. B. 1=gut, 2=Durchschnitt, 3=Schlecht). Damit ergibt sich allerdings nur eine geringe Differenzierungsmöglichkeit bzw. oft zu große, unrealistische Sprünge zwischen den Bewertungen [Vgl. HaOP2004, S. 57]. Die Noten für die einzelnen Kriterien werden dann zu einer Gesamtnote verdichtet (z. B. über das arithmetische Mittel). Der Lieferant mit der besten Note wird bei diesem Verfahren dann ausgewählt. Tab. 3.12 zeigt beispielhaft Kriterien und deren Bewertungsmöglichkeit in einem Drei-Notensystem-Verfahren.

Kriterium/Unterkriterium	Note		
	1	2	3
<b>Termine: Wie wurden Terminvorgaben eingehalten?</b>			
• Angebotsabgabe			
• Erstmustertermine			
• Technische Änderungen			
• Sonderaktionen			
<b>Flexibilität: Wie flexibel reagiert der Lieferant?</b>			
• Schnellschüsse			
• Volumensteigerung			
• Kapazitätsanpassung			
• Unterstützung/Mitarbeit bei Änderungen			
<b>Gesamtnote:</b>			
<b>Bedeutung der Noten:</b> 1 = problemlos 2 = einige Probleme 3 = überwiegend Probleme			

Quelle: [Vgl. HaOP2004, S. 58]

**Tab. 3.12 Beispiel für die Anwendung des Drei-Notensystem Verfahren**

Analog zum Drei-Notensystem- funktioniert das Fünf-Notensystem-Verfahren, das eine etwas differenziertere Benotung in fünf Stufen vorsieht und damit klassischen Schulbewertungssystemen sehr nahe kommt.

Ein weiteres Notensystem-Verfahren ist das Indexsystem, mit dem eine Bewertung des Lieferanten im Hinblick auf den sogenannten Lieferindex vorgenommen werden soll. Der Lieferindex bildet sich als arithmetisches Mittel aus den Noten für die Kriterien Mengentreue, Liefertreue und Produktqualität, die hauptsächlich vom Wareneingang und der Qualitätsprüfung bestimmt werden. Die Benotung der Kriterien erfolgt dabei auf Basis des Fünf-Notensystems. Anhand des Lieferindex kann der Lieferant in bestimmte Kategorien eingeteilt werden [Vgl. Jank2004, S. 117]:

- $1,0 < \text{Index} \leq 1,5$ : Der Lieferant erfüllt uneingeschränkt die Anforderungen
- $1,5 < \text{Index} \leq 2,5$ : Der Lieferant erfüllt die Anforderungen mit Einschränkungen
- $2,5 < \text{Index} \leq 3,0$ : Der Lieferant bietet nur bedingt annehmbare Leistung, die rasch verbessert werden muss.
- $3,0 < \text{Index} \leq 5,0$ : Der Lieferant darf nicht mehr berücksichtigt werden. Ein baldiger Lieferantenwechsel ist anzustreben.

Auch beim Indexsystem fehlt die Möglichkeit der individuellen Gewichtung von Kriterien.

Diesen Nachteil findet man bei den *Punktbewertungsverfahren* nicht, die wie die Notensysteme zur Untergruppe der numerischen Verfahren zählen. Bei den Punktbewertungsverfahren ist nämlich eine Gewichtung der Bewertungskriterien explizit vorgesehen [Vgl. HaOP2004, S. 61]. Die Bewertung wird mit Punktzahlen anstatt mit Schulnoten vorgenommen. In der Praxis gibt es eine Vielzahl von Varianten von Punktbewertungsverfahren, die sich insbesondere in der Skalierung bzw. in den Bewertungsstufen unterscheiden [Vgl. Hart2004, S. 54]. Das Hundert-Punktbewertungsverfahren und das Scoring-Model sollen hier als die geläufigsten Vertreter vorgestellt werden.

Beim 100-Punktbewertungsverfahren ist die maximal erreichbare Punktzahl 100. Zur Aufteilung der 100 Punkte auf Kriterien und Bewertungsstufen lassen sich zwei Vorgehensweisen ausmachen:

- Die 100 Punkte werden auf die Bewertungskriterien und auf die Bewertungsstufen aufgeteilt (siehe Tab. 3.13).

- Die 100 Punkte werden auf die Bewertungsstufen aufgeteilt und die Kriterien und ggf. Subkriterien werden mit prozentualen Gewichtungsfaktoren versehen (siehe Tab. 3.14)

Kriterien	max.	Stufe				
		1	2	3	4	5
Mengenleistung	5	5	4	3	2	1
Qualitätsleistung	25	25	20	15	10	5
Logistikleistung	20	20	16	12	8	4
Entgeltleistung	15	15	12	9	6	3
Serviceleistung	10	10	8	6	4	2
IuK-Leistung	10	10	8	6	4	2
Innovationsleistung	10	10	8	6	4	2
Umweltleistung	5	5	4	3	2	1
<b>Summe (max./Lieferant)</b>	<b>100</b>	<b>72</b>				

Quelle: [Jank2004, S. 119]

**Tab. 3.13 100 Punktbewertungsverfahren ohne prozentuale Gewichtung**

Das in Tab. 3.13 dargestellte Beispiel zeigt die Aufteilung der 100 Punkte auf die verschiedenen Kriterien und auf fünf Bewertungsstufen.

Beurteilungs-Kriterien	Mess-größen	Erfüllungsgrad					
		1	2	3	4	5	6
Punkte		10	30	50	80	90	100
<b>Kosten</b>	Gewichtung: 20%						
Preistransparenz (15%)	Einblick in die Preiskalkulation	Kein Einblick	Pauschalpreise (grobe Aufschlüsselung)	Unbegründete Aufschlüsselung in Kostenblöcken	Transparentes Angebot aller Leistungskomponenten	Teilweise Einblick in Kalkulation	Detaillierter Einblick in die Kalkulation
Preisverhalten (25%)	Preise des Anbieters im Verhältnis zum durchschnitt. Marktpreis	> 10% darüber	<10% darüber	<5% darüber	Marktgerecht (+/- 1%)	< 5% darunter	> 5% darunter
Preisniveau (25%)	Preissteigerungsrate im Verhältnis zum Branchenindex	> 10% darüber	<10% darüber	<5% darüber	Entspricht dem Branchenindex (+/- 1%)	< 5% darunter	> 5% darunter
Total Cost (35%)	Grad der Einflussnahme auf die Gesamtkosten	Keine Initiative	Auseinandersetzung mit TC-Ansätzen	Erste aktive Einflussnahme auf TC-Blöcke	Erste Zusammenarbeit zu TC-Reduzierungen	TC-Aktivitäten intensiver als beim Wettbewerb	Vorbildliche Kooperation zur Reduzierung von Gesamtkosten
<b>Nächstes Kriterium</b>	Gewichtung x %						
Subkriterium 1							
...							
Subkriterium n							

Quelle: [Vgl. HaOP2004, S. 81]

**Tab. 3.14 100 Punktbewertungsverfahren mit prozentualer Gewichtung**

Mit den dunkel schattierten Stufen wird die Bewertung eines Lieferanten dargestellt. Dabei können die Stufen 1-5 analog zum Fünf-Notensystem z. B. von 1=sehr gut bis

5=ungenügend eingeteilt werden. Wie aus Tab. 3.13 ersichtlich wird, stößt dieser Ansatz an Grenzen, wenn eine große Zahl von Kriterien zur Bewertung herangezogen wird bzw. wenn mit Unterkriterien gearbeitet werden soll. In solchen Fällen scheint der zweite Ansatz, der beispielhaft in Tab. 3.14 visualisiert ist, besser geeignet zu sein.

Dabei sind die 100 Punkte auf die Bewertungsstufen (im Beispiel Erfüllungsgrad genannt) aufgeteilt. Jedes Hauptkriterium wird entsprechend seiner Priorität prozentual gewichtet. Ein Hauptkriterium kann wiederum aus mehreren Subkriterien bestehen, die entsprechend ihrer Priorität innerhalb des Hauptkriteriums gewichtet werden können. Dieser Ansatz lässt eine hierarchische Stufung der Kriterien zu, die nicht nur wie im Beispiel auf zwei Stufen beschränkt bleiben muss.

Die höchste zu erreichende Punktzahl bei diesem Verfahren ist 100. Analog zum Indexverfahren lässt sich somit eine unternehmensspezifische Einteilung der Lieferanten in Kategorien vornehmen, wie in Tab. 3.15 beispielhaft gezeigt [Vgl. Jank2004, S. 119].

<b>Einstufung der Lieferanten</b>			
<b>Punktzahl</b>	<b>Erfüllungsgrad Anforderungen</b>	<b>Status Lieferant</b>	<b>Maßnahmen</b>
$90 < x \leq 100$	Sehr gut erfüllt	ausgezeichnet	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lieferanteil ausweiten</li> </ul>
$80 < x \leq 90$	Gut erfüllt	Bevorzugt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lieferanteil stabilisieren</li> <li>• Lieferantenentwicklung nur bei strategisch wichtigen Lieferanten</li> </ul>
$70 < x \leq 80$	Teilweise erfüllt	Geeignet	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lieferanteil mittelfristig reduzieren</li> <li>• Lieferantenentwicklung ist einzuleiten</li> </ul>
$50 < x \leq 70$	Mangelhaft erfüllt	Eingeschränkt geeignet	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lieferanteil reduzieren</li> <li>• Lieferantenentwicklung kurzfristig einleiten</li> <li>• Alternativlieferanten suchen</li> </ul>
$0 < x \leq 50$	Nicht erfüllt	Nicht geeignet	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lieferanteil kurzfristig reduzieren</li> <li>• Substitution ist einzuleiten</li> </ul>

**Tab. 3.15 Einstufung Lieferanten im 100 Punktbewertungsverfahren**

Die angeführten Maßnahmen sollen dazu dienen, entweder den Lieferanten zu entwickeln und ihn dadurch besser zu machen, oder den Lieferanten im Extremfall auszutauschen.

Ein weiteres Punktbewertungsverfahren ist das *Scoring-Model*, das ähnlich dem 100-Punktbewertungsverfahren eine prozentuale Gewichtung der Haupt- und Subkriterien zulässt und zur Bewertung der einzelnen Subkriterien auf ein Punktesystem zurückgreift. Das bewertende Unternehmen ist dabei frei in der Wahl der Punktabstufungen und bekommt damit, verglichen mit dem 100-Punktbewertungsverfahren, eine zusätzliche Flexibilität in der Granularität der Bewertung.



Das Ziel des Scoring-Model ist, wie der Name schon sagt, die Ermittlung eines Scores pro Lieferant. Dazu wird zunächst für jedes Hauptkriterium ein Score ermittelt und diese Scores werden dann zum Gesamtscore aufaddiert. Besteht das zugrunde liegende Punktesystem z. B. aus den Werten 1 bis 6, dann ist der maximale erreichbare Gesamtscore eines Lieferanten 6. Tab. 3.16 zeigt ein Beispiel für ein Scoring Model mit der Bewertung für zwei Lieferanten. Dieses Beispiel gründet auf einem 15 stufigen Punktesystem mit der Einteilung 1=schlecht bis 15=sehr gut. Der max. erreichbare Scorewert in diesem Beispiel ist also 15.

<b>Scoring Model</b>								
<b>Hauptkriterien</b> Subkriterien		Gewicht	Lieferant 1		Lieferant 2			
			PZ	Score	PZ	Score		
<b>Mengenleistung</b>		<b>20%</b>						
	Mindestliefermenge		25%	10		11		
	Mengenflexibilität		25%	10		11		
	Mengenkonstanz		25%	10		11		
	Hohe Menge		25%	14		6		
	Gewichteter Teilpunktwert			11		9,75		
	<b>Teilscore</b>				<b>2,2</b>		<b>1,95</b>	
<b>Qualität</b>		<b>30%</b>						
	Erfahrung des Lieferanten		30%	12		14		
	Leistungskonstanz		30%	14		8		
	Produktqualität		30%	13		11		
	Mitarbeiter-Qualifikation		10%	11		15		
	Gewichteter Teilpunktwert			12,8		11,4		
	<b>Teilscore</b>				<b>3,84</b>		<b>3,42</b>	
<b>Logistikleistung</b>		<b>30%</b>						
	Lieferzuverlässigkeit		15%	13		6		
	Liefertreue		15%	14		11		
	Lieferortflexibilität		20%	9		9		
	Terminzuverlässigkeit		20%	15		11		
	Kurze Lieferzeiten		5%	14		11		
	Entfernung zum Abnehmer		10%	9		5		
	Verpackung		15%	7		13		
	Gewichteter Teilpunktwert			11,5		9,55		
	<b>Teilscore</b>				<b>3,45</b>		<b>2,865</b>	
<b>Entgeltleistung</b>		<b>20%</b>						
	Angebotspreis		40%	8		11		
	Konditionsgestaltung		30%	14		13		
	Kostenanalyse		15%	9		5		
	Kostenreduktionsaktivitäten		15%	10		6		
	Gewichteter Teilpunktwert			10,25		9,95		
	<b>Teilscore</b>				<b>2,05</b>		<b>1,99</b>	
<b>Summe</b>					<b>11,54</b>		<b>10,225</b>	

Quelle: [Vgl. Jank2004, S. 121]

**Tab. 3.16 Beispiel für die Anwendung des Scoring-Model**

Zur praktischen Umsetzung und Anwendung des Scoring- Model erscheint folgende Vorgehensweise sinnvoll [Vgl. Hart1994, S. 57]:

- Die Haupt- und Subkriterien werden nach ihrer Wichtigkeit gewichtet. Dabei summieren sich die Gewichte (sowohl für die Hauptkriterien als auch für die Subkriterien) zu 100%
- Festlegung eines Punktbewertungssystem zur Bewertung der einzelnen Subkriterien (im Beispiel mit 15 Abstufungen)
- Bewertung der Subkriterien nach dem Punktbewertungsschema
- Ermittlung des gewichteten Teilpunktwertes durch Gewichtung und Aufsummierung der einzelnen Subkriterienbewertungen
- Ermittlung des Teilscores auf Basis der Gewichtung für das Hauptkriterium
- Ermittlung des Gesamtscorewertes durch Aufsummierung aller Teilscorewerte.

Mit diesem Verfahren lässt sich eine Rangfolge der Lieferanten ermitteln bzw. ist es auch beim Scoring-Model möglich, eine Kategorisierung der Lieferanten in Anlehnung an die weiter oben besprochenen Vorgehensweisen durchzuführen. Die wesentlichen Herausforderungen beim Scoring-Model bestehen in der Bestimmung und Gewichtung der ausgewählten Kriterien. In der Praxis wird allerdings häufig kritisiert, dass dies beim Scoring-Model auf zu subjektiven Annahmen beruht [Vgl. AhZe2004, S. 28].

Um eine höhere Objektivität erreichen zu können, wurde mit dem *Matrix-Approach* ein Verfahren entwickelt, das angelehnt an das Scoring-Model im Wesentlichen „[...] dem besonderen Umstand der Alternativbewertung Rechnung tragen will“ [Hapk1989, S. 98]. Dies geschieht dadurch, dass neben der Beschaffungsfunktion auch andere Unternehmensbereiche in die Lieferantenbewertung miteinbezogen werden. Man spricht dabei von einem „material team“, das aus Mitarbeitern aus Produktion, Konstruktion, Qualitätssicherung und Beschaffung besteht [Vgl. Glant1994, S. 46]. Dieses material team führt auf Basis eines Bewertungssystems mit fünf vorgegebenen Hauptkriterien (proposal responsiveness, technical, quality/reliability, cost, general), die sich wiederum aus geschäftsspezifischen Subkriterien zusammensetzen, die Lieferantenbewertung gemeinsam durch [Vgl. Jank2004, S. 123]. Darüber hinaus sollte das material team die Erarbeitung der unternehmensspezifischen Subkriterien und deren Ausprägungen gemeinsam vornehmen. Durch dieses cross-funktionale Vorgehen kann die Zustimmung aller beteiligten Fachbereiche eingeholt werden und die Bewertung der Lieferleistung erfolgt aus den unterschiedlichen Blickwinkeln der Fachabteilungen, wodurch eine Einseitigkeit der Bewertung vermieden wird [Vgl. HoLu2000, S. 98]. Die Vorgehensweise bei der Bewertung der Haupt- und Subkriterien folgt im Wesentlichen dem in Tab. 3.16

an einem Beispiel gezeigten Scoring-Model. Sowohl die fünf Hauptkriterien als auch die dafür festgelegten Subkriterien werden gewichtet. Insbesondere bei der Gewichtung der Hauptkriterien können sowohl produktionsorientierte als auch kostenorientierte Gesichtspunkte berücksichtigt werden. In Ergänzung zum Scoring-Model sieht der Matrix-Approach zusätzlich vor, dass der ermittelte Gesamtscore durch sogenannte Judgement Points korrigiert werden kann. Dies sind Zu- oder Abschläge mit denen weitere Aspekte wie z. B. die Größe des Lieferanten berücksichtigt werden können, die sich in den Hauptkriterien nicht wieder finden [Vgl. Jank2004, S. 123].

Als letzter Vertreter der numerischen Mischverfahren zur Lieferantenbewertung wird im Folgenden die *Nutzwertanalyse* vorgestellt. Ganz allgemein stellt die Nutzwertanalyse eine Planungsmethode zur systematischen Entscheidungsvorbereitung bei der Auswahl von Alternativen zur Verfügung. Janker verweist auf die Definition von Zangemeister, der die Nutzwertanalyse beschreibt als „die Analyse einer Menge komplexer Handlungsalternativen mit dem Zweck, die Elemente dieser Menge entsprechend den Präferenzen des Entscheidungsträgers bezüglich eines multidimensionalen Zielsystems zu ordnen. Die Abbildung dieser Ordnung erfolgt durch die Angabe der Nutzenwerte (Gesamtwerte) der Alternativen“ [Jank2004, S. 125]. Zum Einsatz der Nutzwertanalyse bei der Lieferantenbewertung ist es also wichtig, zunächst die Beschaffungsziele (das Zielsystem) zu formulieren und darauf aufbauend dann die Kriterien und deren Gewichtung abzuleiten. Folgendes Vorgehen sollte beim Einsatz der Nutzwertanalyse bei der Lieferantenbewertung Anwendung finden [Vgl. Hart1994, S. 24]:

1. Festlegung der Zielkriterien: Aufstellung eines unternehmensspezifischen Zielsystems auf Basis der Beschaffungsziele (z. B. Kostenminimierung, Sicherstellung der Versorgung mit Beschaffungsgütern), Ableitung und Definition der relevanten Zielkriterien und deren Subkriterien.
2. Gewichtung der Zielkriterien: Stufenweise prozentuale Gewichtung nach Bedeutung der Kriterien für die Erreichung des Beschaffungsziels (siehe Beispiel in Tab. 3.17)
3. Aufstellen der Zielexertragsmatrix: Für jedes Kriterium gibt es einen Zielwert, dem der Soll-Wert des zu bewertenden Lieferanten gegenübergestellt wird.
4. Transformation der Zielexertrags- in die Zielwertmatrix: Da die Kriterien unterschiedliche Dimensionen haben können (z. B. Zeiteinheiten, Mengeneinheiten) werden Transformationsregeln angegeben und damit eine objektive Zielwertmatrix erstellt (siehe Tab. 3.18), deren Werte dimensionslos und damit kombinierbar werden.

5. Ermittlung der gewogenen Zielwertmatrix: Die Teilnutzenwerte ergeben sich aus der Multiplikation der Zielwerte mit den dazugehörigen Gewichten. Die Summe der Teilnutzenwerte ist der Gesamtnutzen des Lieferanten.
6. Auswahl des besten Lieferanten: Der Lieferant mit dem höchsten Gesamtnutzen ist der optimale Lieferant.

Im Gegensatz zu den Punktbewertungsverfahren wird bei der Nutzwertanalyse zur Gewichtung der Zielkriterien der Ansatz verfolgt, dass die Summe der prozentualen Gewichte über alle Haupt- und Subkriterien 100% ergibt und nicht wie z. B. beim 100-Punktbewertungsverfahren für jede Bewertungsstufe separat. Das Beispiel in Tab. 3.17 soll dies verdeutlichen.

<b>Gewichtung der Kriterien</b>			
	<b>Nr.</b>	<b>Kriterium</b>	<b>Gewicht</b>
	11	Kurze Lieferzeiten	5%
	12	Lieferzeitstreue	6%
	13	Geringe Mindestmenge	4%
	14	Mengentreue	10%
	15	Qualitätsniveau	5%
	16	Qualitätstreue	10%
	17	Flexibilität bei Änderungen	6%
	18	Kapazität des Lieferanten	4%
<b>1 Sicherheit</b>		<b>Summe:</b>	<b>50%</b>
	21	Materialeinstandskosten	8%
	22	Beschaffungskosten	8%
	23	Lagerhaltungskosten	8%
	24	Fehlmengenkosten	8%
	25	Preistreue	8%
<b>2 Kostenminimierung</b>		<b>Summe:</b>	<b>40%</b>
	31	Ruf	2%
	32	Konditionen	3%
	33	Gegenseitigkeitsgeschäfte	2%
	34	Technisches Know-how	1%
	35	Verbundene Unternehmen	2%
<b>3 Sonstige Ziele</b>		<b>Summe</b>	<b>10%</b>
<b>Gesamt</b>			<b>100%</b>

Quelle: [Vgl. Hart1994, S. 25]

**Tab. 3.17** Stufenweise Gewichtung der Kriterien bei der Nutzwertanalyse

Die in Tab. 3.17 aufgeführten prozentualen Gewichte für die Hauptkriterien Sicherheit, Kostenminimierung und Sonstige Ziele sind somit die Summendarstellung der Gewichte der zugehörigen Subkriterien. Bei einem mehrstufigen Zielsystem können sich bei diesem Ansatz entsprechend kleine prozentuale Gewichtswerte ergeben. Harting schlägt zur Ermittlung der Gewichte eine Berechnung vor, die am Beispiel für Kriterium 25 – Preistreue folgendermaßen auszuführen ist [Vgl. Hart1994, S. 26]:

- Das Kriterium Preistreue ist dem Hauptkriterium Kostenminimierung zugeordnet und soll gleichwertig mit den anderen 4 Kriterien behandelt werden (20% Gewicht (KG25 = 0,2) am Hauptkriterium).
- Das Hauptkriterium ist mit 40% Gewicht (KG2 = 0,4) angesetzt.
- Das prozentuale Gewicht von Kriterium Preistreue berechnet sich nun zu:  
 $SG25 = g25 = KG2 \times KG25 = 0,4 \times 0,2 = 0,08$  oder 8 %

Auf Basis eines solchen Zielsystems kann nun eine Nutzwertanalyse aufgestellt werden, wie sie in Tab. 3.18 beispielhaft für die Bewertung von zwei Lieferanten dargestellt ist.

Nutzwertanalyse											
	Entscheidungskriterium	Beurteilung anhand	G(%)	Soll-Wert(S)	Ist-Wert(I)		Formel	Zielwert		Gewichteter Zielwert	
					L1	L2		L1	L2	L1	L2
	a	b	c	d	e		f=f(d,e)	g=f(f)		h=c*g	
11	Kurze Lieferzeiten	Lieferzeit	5	4 T	3 T	5 T	2-(I/S)	1,25	0,75	6,25	3,75
12	Lieferzeittreue	Mittlere Abw.	10	2 T	1 T	2 T	2-(I/S)	1,5	1	15	10
13	Mengentreue	Mittlere Abw.	10	5%	10%	2%	2-(I/S)	0	1,6	0	16
14	Produktqualität	Reklamationsquote	15	3%	0,6%	0,9%	2-(I/S)	1,8	1,7	27	25,5
15	Qualitätsniveau	Qualitätsklasse (Q)	10		2	3	0,5*Q	1,0	1,5	10	15
<b>1 Sicherheit</b>			<b>Summe:</b>	<b>50</b>							
21	Material-einstandskosten	Mat.kosten/Einheit	8	5	5	4	2-(I/S)	1	1,2	8	9,6
22	Beschaffungskosten	Besch.kosten/Einheit	8	3	2,7	3,3	2-(I/S)	1,1	0,9	8,8	7,2
23	Lagerhaltungskosten	Lager.kosten/Einheit	8	1	0,8	0,9	2-(I/S)	1,2	1,1	9,6	8,8
24	Fehlmengenkosten	Fehl.kosten/Einheit	8	0,3	0,3	0,3	2-(I/S)	1	1	8	8
25	Preistreue	Mittlere Abw.	8	5%	6%	3%	2-(I/S)	0,8	1,4	7,2	11,2
<b>2 Kostenminimierung</b>			<b>Summe:</b>	<b>40</b>							
31	Ruf	Rufklasse (R)	3		2	2	0,2*R	0,4	0,4	1,2	1,2
32	Konditionen	K.klasse (K)	3		4	5	0,2 *K	0,8	1	2,4	3
33	Techn. Know-how	Know-how klasse (Kh)	4		3	2	0,2*Kh	0,6	0,4	2,4	1,6
<b>3 Sonstige Ziele</b>			<b>Summe:</b>	<b>10</b>							
<b>Summe = Gesamtnutzwert</b>									<b>105,85</b>	<b>120,85</b>	

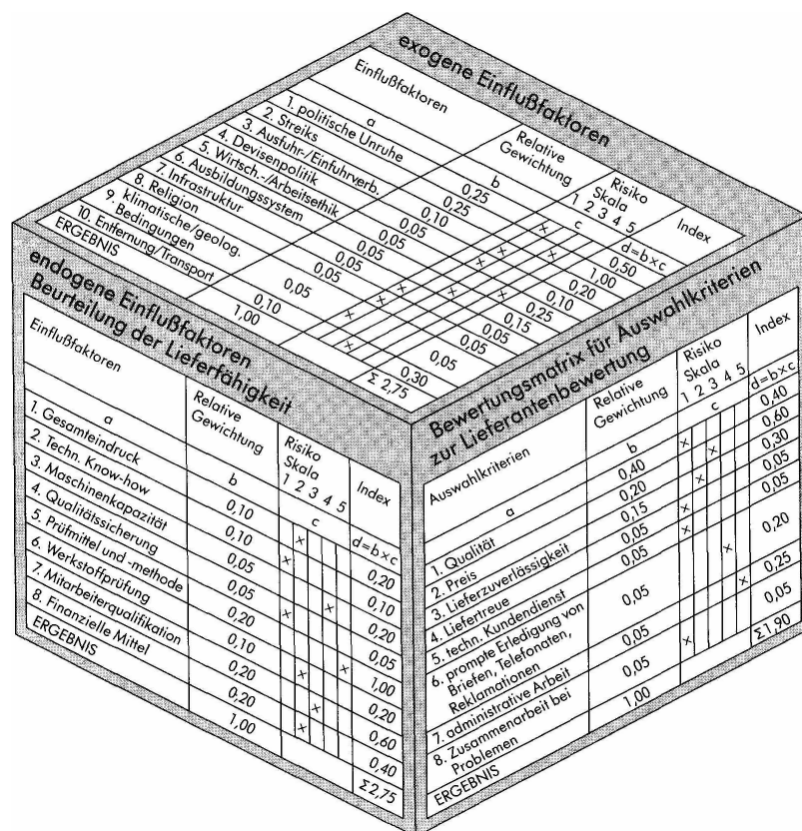
Quelle: [Vgl.Hart1994, S. 27]

**Tab. 3.18 Beispiel für den Einsatz der Nutzwertanalyse zur Lieferantenbewertung**

Die Transformationsformel (2 – Ist-Wert/Soll-Wert) orientiert sich dabei an den Ansprüchen, dass der Zielwert größer (kleiner) als 1,0 sein soll, wenn der Soll-Wert in positiver (negativer) Weise über- oder unterschritten wird. Der Zielwert wird damit genau 1, wenn der Ist-Wert mit dem Soll-Wert übereinstimmt. Neben dieser Betrachtung von Abweichungen des Ist-Wertes vom Soll-Wert kann eine Transformationsformel aber auch kardinale Werte (z. B. von 0 – 10) berücksichtigen, wie in Tab. 3.18 für das Subkriterium Qualitätsniveau mit der Einteilung in Qualitätsklassen angewendet. Auch ein-

fache binäre Abfragen, wie die Beantwortung einer Frage mit Ja (1) oder Nein (0) sind zulässig.

Das Verfahren der *Lieferantentypologien* stellt den letzten der in dieser Arbeit beschriebenen Vertreter der Kategorie der numerischen Mischverfahren zur Lieferantenbewertung dar. Janker ordnet dieses Verfahren zunächst den verbalen Mischverfahren zu, weist allerdings daraufhin, dass aufgrund der Analogien zum Score-Modell auch von einem numerischen Verfahren gesprochen werden kann. Diesem Ansatz wird hier gefolgt [Vgl. Jank2004, S. 136]. Ziel der Lieferantentypologie ist die Einteilung der Lieferanten in möglichst homogene Klassen und die Berücksichtigung nicht nur von inneren, sondern auch von äußeren Faktoren. Vergleichbar mit der Portfolioanalyse können dann Handlungsempfehlungen für die Gestaltung der Lieferanten-Abnehmer Beziehungen in den einzelnen Klassen entwickelt werden [Vgl. Jank2004, S. 136].



Quelle: [Hart1994, S. 52]

Abb. 3.10 Dreidimensionale Einflussfaktoren beim Verfahren der Lieferantentypologie

Harting spricht von einem dreidimensionalen Verfahren, da folgende drei Dimensionen von Einflussfaktoren wirksam sind [Vgl. Hart1994, S. 51]:

- Exogene Einflussfaktoren: hier wird die Umwelt bzw. das Umfeld des Lieferanten betrachtet. Dies sind oft Faktoren, die der Lieferant nicht direkt beein-

flussen kann, wie z. B. klimatische Bedingungen, politische Instabilität oder Streiks. Mit diesen Faktoren wird das Versorgungsrisiko eingeschätzt.

- Endogene Einflussfaktoren: Diese Faktoren sind vom Lieferanten beeinflussbar, wie z. B. Technisches Know-how oder Mitarbeiterqualifikation. Sie dienen somit der Beurteilung der Lieferfähigkeit.
- Bewertungsmatrix: Damit werden Auswahlkriterien zur Lieferantenbewertung festgelegt.

In allen drei Dimensionen werden Kriterien und Einflussfaktoren bestimmt und anhand ihrer Wichtigkeit innerhalb der Einflussfaktorengruppe relativ gewichtet. Die Lieferanten werden anhand der Risikoklassen (Stufen 1 – 5) bewertet. Harting stellt die drei Dimensionen in einem Würfel dar (siehe Abb. 3.10).

Wie in Abb. 3.10 dargestellt summieren sich die relativen Gewichtungen der Kriterien innerhalb jeder Einflussfaktorengruppe zu 1. Erfüllt ein Lieferant alle Kriterien zur vollsten Zufriedenheit, dann wird er auf der Risikoskala auch in die Risikoklasse 1 eingestuft. Je kleiner der Index, desto besser wird der Lieferant den Anforderungen gerecht. Der ideale Lieferant erreicht somit pro Einflussfaktorengruppe den Index 1.

Risiko – Exogene Einflussfaktoren								
		positiv			neutral		negativ	
		Sehr niedriges Risiko Index 1 – 2,25			Mittleres Risiko Index 2,251–3,5		Hohes Risiko Index 3,51-5,0	
Lieferfähigkeit – endogene Einflussfaktoren	positiv	Sehr gut geeignet, Index 1,0-2,25	1	2	3			
	neutral	Bedingt geeignet, Index 2,251-3,5	4	5	6			
	negativ	Ungeeignet Index 3,51-5,0	7	8	9			
Gesamturteil Koordinatenfelder			Nicht kritisch 1,2,4	Mittel kritisch 3,5,7	Kritisch 6,8,9			

Quelle: [Vgl.Hart1994, S. 54]

Tab. 3.19 Risiko-Lieferfähigkeits-Matrix

Aus den Bewertungsergebnissen wird nun im nächsten Schritt eine sogenannte Risiko-Lieferfähigkeits-Matrix erstellt. Diese stellt die exogenen Einflussfaktoren (das Versorgungsrisiko) in Bezug zu den endogenen Einflussfaktoren (der Lieferfähigkeit). Tab. 3.19 stellt diese Risiko-Lieferfähigkeits-Matrix dar.

Im Gesamturteil sind die einzelnen Koordinatenfelder der Matrix zu kritischen, mittel kritischen und nicht kritischen Einflussfaktoren zusammengefasst.

Bewertungsmatrix für die Auswahlkriterien zur Lieferantenauswahl	Einflussfaktoren			
		Nicht kritisch 1,2,4	Mittel kritisch 3,5,7	Kritisch 6,8,9
	Sehr gut Index 1,0-2,25	A	A	B
	Befriedigend Index 2,251-3,5	A	B	C
Ungenügend Index 3,51-5,0	B	C	C	

Quelle: [Vgl.Hart1994, S. 54]

**Tab. 3.20 Lieferantenauswahl-Matrix**

Mit dieser Einteilung kann nun eine Lieferantenauswahlmatrix erstellt werden, wie sie in Tab. 3.20 visualisiert ist.

Mit der Lieferantenauswahlmatrix lassen sich die Lieferanten klassifizieren und in drei Gruppen einteilen: A-, B- und C-Lieferanten. Zu der Einteilung gehören sowohl Charakteristiken als auch Handlungsempfehlungen, die Janker folgendermaßen zusammenfasst [Jank2004, S. 137]:

- A-Lieferant: Die gestellten Anforderungen werden sehr gut erfüllt; der Lieferant ist bevorzugter Lieferant, dessen Lieferanteil ausgeweitet werden soll.
- B-Lieferant: Die gestellten Anforderungen werden gut erfüllt; Lieferanteil ist zu stabilisieren, eventuell auszuweiten. Eine Lieferantenentwicklung ist nur bei strategisch wichtigen Lieferanten erforderlich, Lieferant muss jedoch dauerhaft beobachtet werden
- C-Lieferant: die gestellten Anforderungen werden (teilweise) mangelhaft erfüllt; eine Lieferantenentwicklung ist einzuleiten, der Lieferanteil kurzfristig zu reduzieren. Eventuell muss eine Substitution vorbereitet werden.



In Tab. 3.21 sind die numerischen Mischverfahren zur Lieferantenbewertung noch einmal zusammengefasst. Außer dem Notensystem-Verfahren erscheinen alle anderen für eine weitgehende Automatisierung geeignet. Zumindest sind einige der verwendeten Kriterien quantitativ bestimm- und damit berechenbar.

<b>Numerische Mischverfahren zur Lieferantenbewertung</b>				
<b>Verfahren</b>	<b>Kriterien</b>		<b>Autom.</b>	<b>Bemerkung</b>
	<b>Einzel</b>	<b>Multi</b>		
Notensystem-Verfahren		X	Nein	Die beim Notensystem verwendeten Kriterien sind im Allgemeinen nicht quantifizierbar und somit auch nicht automatisierbar
Punktbewertungsverfahren		X	Ja	Die verwendeten Kriterien sind zum Teil quantitativ und können auch automatisch berechnet werden. Durch eine sinnvolle Gruppierung können damit ganze Hauptkriterien automatisiert werden
Matrix Approach		X	Ja	Siehe Aussagen zu Punktbewertungsverfahren
Nutzwertanalyse		X	Ja	Die verwendeten Kriterien sind zum Teil quantitativ und können somit automatisiert werden. Die Nutzwertanalyse als Verfahren ist automatisierbar, da sie auf einer mathematischen Struktur aufbaut.
Lieferantentypologie		X	Ja	Die Einteilung der Lieferanten in Risikoklassen für jedes Kriterium erfordert im Allgemeinen einen manuellen Aufwand. Die Lieferantentypologie als Verfahren ist automatisierbar, da sie auf einer mathematischen Struktur aufbaut

**Tab. 3.21 Übersicht der numerischen Mischverfahren der Lieferantenbewertung**

Die in der Kategorie der graphischen Mischverfahren eingeordneten Verfahren Profilanalyse und Lieferanten-Gap-Analyse haben zum Ziel, die Bewertungsergebnisse graphisch zu visualisieren.

Bei der *Profilanalyse* wird die Leistungsfähigkeit der Lieferanten anhand von entscheidungsrelevanten Beurteilungskriterien bewertet. Dabei hat die Profilanalyse zum Ziel, „[...] im Hinblick auf die Marktgegebenheiten: Qualität, Menge, Ort, Zeit und Preis und die entsprechenden unternehmensbedingten Verbrauchstatsachen, wie Qualitätsanforderungen, Beschaffungsmenge, Preisvorstellungen, Ort des Verbrauchs, Zeit des Verbrauchs die richtigen Lieferanten herauszufinden, eine Lieferantenauswahl zu treffen und ihre Leistungsfähigkeit festzustellen“ [Hart1994, S. 34]. Hierzu bedient sich das

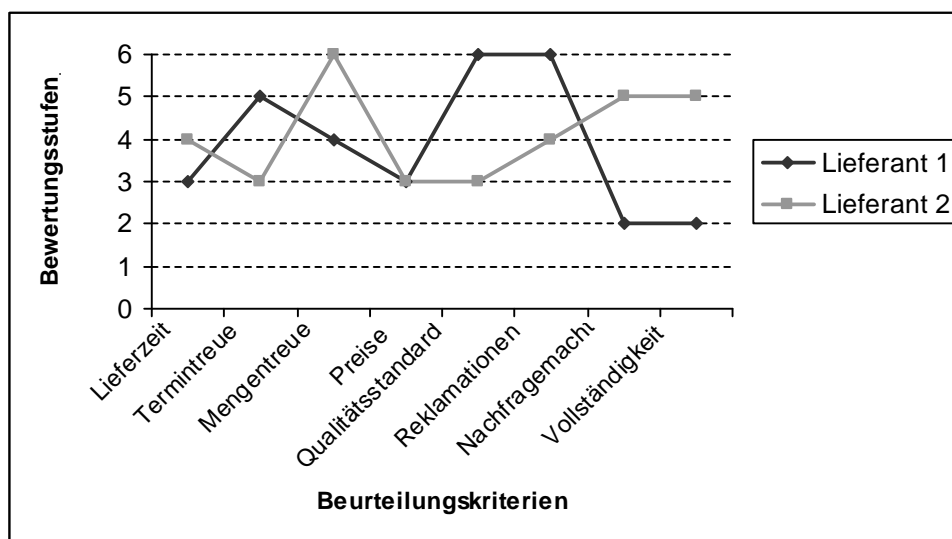
Verfahren entsprechender Bewertungsstufen, in der Regel 5 bis 7 Stufen. Die Bewertungskriterien sind meist sowohl quantitativer als auch qualitativer Natur. In Tab. 3.22 sind verschiedene Beurteilungskriterien und eine 7 stufige Beurteilung dargestellt (0 = sehr schlecht, 6 = sehr gut).

		Bewertungsstufen						
		0	1	2	3	4	5	6
Beurteilungskriterien	Lieferzeit (in Wochen)	8	7	6	5,5	5	4,5	4
	Termintreue (in Woch. später)	>5	4	3	2	1	0,5	0
	Mengentreue (proz. Abw. Lief)	<30%	<20%	<15%	<10%	<5%	<2%	0
	Qualitätsstandard	< Anforderungen			= Anforderungen			> Anforderungen
	Reklamationen (proz. Ant. Lief.)	> 50%	>35%	>25%	>20%	>15%	>10%	>5%
	Preise (zum Preisniv.)	>15%	>10%	>5%	0	<5%	<10%	<15%
	Nachfragemacht (Umsatzanteil)	<5%	<10%	<15%	>15%	>20%	>25%	>30%
	Vollständigkeit (Lieferbarkeit aller Teile)	<50%	<60%	<70%	<80%	<90%	<95%	100%

Quelle: [Vgl. Hart1994, S. 35]

Tab. 3.22 Beurteilungskriterien bei der Profilanalyse

Anhand dieser Bewertungsmatrix lassen sich nun die Lieferanten bewerten. Die Darstellung der Ergebnisse kann dabei auf zwei Arten erfolgen: als Polaritätenprofil oder als Polarprofil, auch Radardiagramm genannt. In Abb. 3.11 ist ein Beispiel für ein Polaritätenprofil als Ergebnis der Bewertung zweier Lieferanten dargestellt.

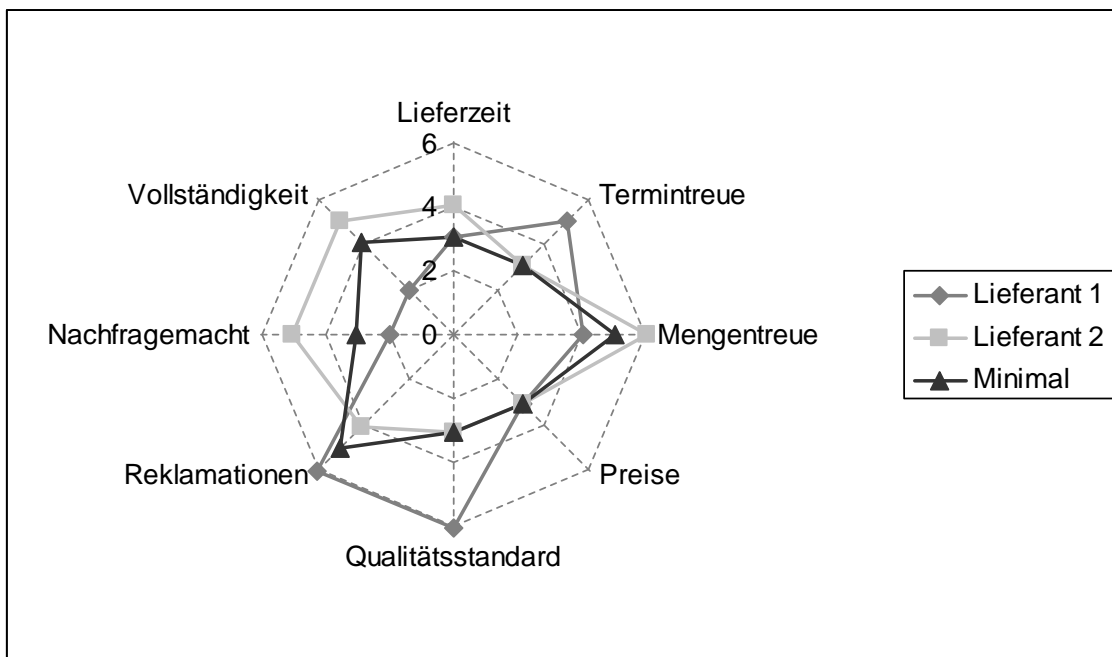


Quelle: [Vgl. Jank2004, S. 141]

Abb. 3.11 Polaritätenprofil als Ergebnis der Profilanalyse

Im Polaritätenprofil werden die Bewertungsstufen für jedes Beurteilungskriterium als Punkte eingetragen und diese Punkte dann mit Linien verbunden. Damit ergeben sich für die jeweiligen Lieferanten individuelle Linienprofile. Je „höher“ eine Linie im Polaritätenprofil liegt, desto besser ist der Lieferant. In der Praxis wird es allerdings, wie im Beispiel dargestellt, häufig zu Überschneidungen kommen, so dass auch bei diesem Verfahren eine Priorisierung der Kriterien eingeführt werden kann, die dann in der Visualisierung entsprechend herausgehoben wird [Vgl. Hart1994, S. 34].

Neben der Darstellung als Polaritätenprofil (Linienprofil) kann auch die Darstellung als sogenanntes Polarprofil oder Radardiagramm gewählt werden. Dabei werden die einzelnen Beurteilungskriterien sternförmig angeordnet und die Beurteilungsstufen als Werte nach außen aufgetragen. Der Lieferant mit dem größten Radardiagramm erfüllt am besten die Beurteilungskriterien. In Abb. 3.12 ist ein Beispiel für ein Polardiagramm für die Bewertung von zwei Lieferanten (analog zu Abb. 3.11) dargestellt, welches zusätzlich noch das Diagramm für ein vom beschaffenden Unternehmen festgelegtes Minimalprofil beinhaltet.



Quelle: [Vgl. WiDu2000, S. 45]

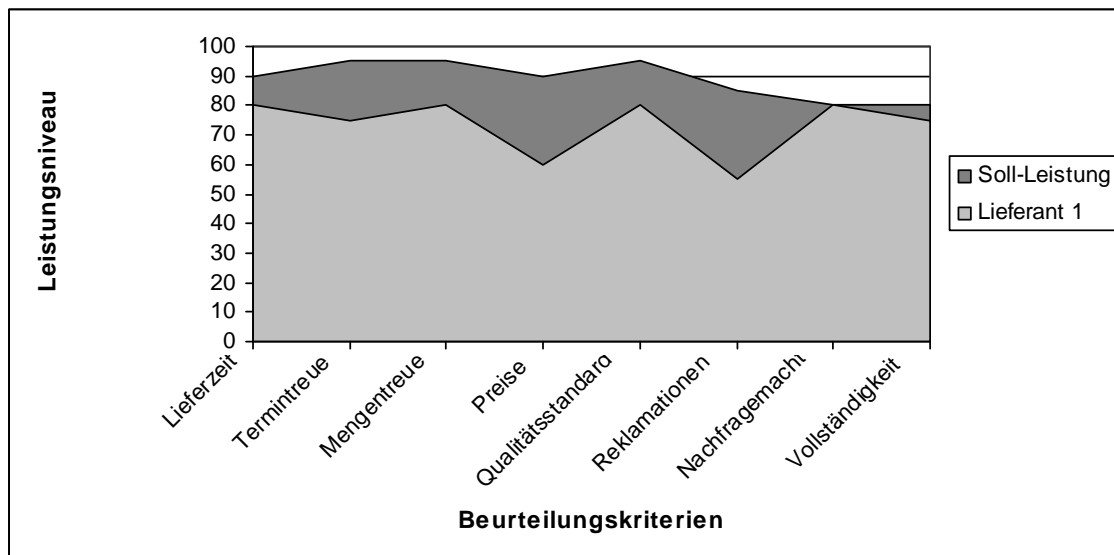
**Abb. 3.12 Polardiagramm als Ergebnis der Profilanalyse**

Dabei kann mit Hilfe des Minimalprofils einfach festgestellt werden, welche Lieferanten die damit festgelegten Minimalbewertungen für die Beurteilungskriterien nicht erfüllen, da die entsprechenden Lieferantenwerte im Diagramm „innerhalb“ des Minimalprofils liegen. Allerdings wird bereits an Abb. 3.11 und Abb. 3.12 deutlich, dass sowohl das Polaritätenprofil als auch das Polarprofil bei der gleichzeitigen Darstellung von

mehreren Lieferantenbewertungen an Übersichtlichkeit verliert. In der Praxis wird deshalb häufig nur ein Profil oder der Vergleich von zwei Profilen (z. B. Vergleich mit einem Minimal- oder Soll-Profil) angewendet [Vgl. WiDu2000, S. 44].

Eine andere graphische Darstellungsmöglichkeit bietet die *Lieferanten-Gap-Analyse*. Dabei bezeichnet ein Gap (auf deutsch „Lücke“) „[...] die Differenz zwischen einem von der Unternehmung oder einem Funktionsbereich angestrebten und einem bereits erreichten Zustand“ [Glant1994, S. 185]. Auch bei diesem Verfahren wird die Lieferantenleistung anhand von Kriterien bewertet. Die Kriterien sind als beschaffungsobjekt- sowie beschaffungssituationsspezifische Merkmale in einem Kriterienkatalog erfasst [Vgl. Jank2004, S. 144]. Es ist eine hierarchische Gruppierung der Kriterien vorgesehen (Einteilung in Haupt- und Subkriterien). Bei der Bewertung eines Lieferanten wird nun ermittelt, zu wieviel Prozent er das jeweilige Hauptkriterium erfüllt. Dabei können die maßgebenden Subkriterien gleichwertig oder unterschiedlich gewichtet sein. Die Aggregation zum Hauptkriterium ergibt aber immer eine Prozentzahl, die im Idealfall (alle Kriterien erfüllt) 100% beträgt.

Das beschaffende Unternehmen legt nun für jedes Hauptkriterium eine Soll-Leistung fest, da in der Praxis die 100%-ige Erfüllung eines Kriteriums nicht immer erforderlich ist. Die Soll-Leistungskurve und die Ist-Kurve des bewerteten Lieferanten werden in einem Liniendiagramm dargestellt (siehe Abb. 3.13)



Quelle: [Vgl. Jank2004, S. 145]

**Abb. 3.13 Beispiel für Lieferanten-Gap-Analyse**

Die in Abb. 3.13 dargestellte dunkelgraue Fläche markiert die sogenannte Leistungslücke, deren Größe ein Maßstab für die Eignung des Lieferanten ist. Die Betrachtung der

Leistungslücke kann auch Basis für eine Lieferantenentwicklung sein, da die Leistungsdefizite explizit visualisierbar sind. Damit kann die Lieferanten-Gap-Analyse auch über die Zeit fortgeschrieben werden und erlaubt die Beobachtung und Bewertung von Lieferantenentwicklungsmaßnahmen. Allerdings ist es mit diesem Verfahren nur bedingt möglich, die Bewertungsergebnisse mehrerer Lieferanten gleichzeitig darzustellen, da dies recht schnell unübersichtlich wird.

<b>Graphische Mischverfahren zur Lieferantenbewertung</b>				
<b>Verfahren</b>	<b>Kriterien</b>		<b>Autom.</b>	<b>Bemerkung</b>
	<b>Einzel</b>	<b>Multi</b>		
Profilanalyse		X	(Ja)	Die Automatisierbarkeit ist bedingt gegeben bei der Bewertung der quantitativen Kriterien. Die Automatisierbarkeit des gesamten Verfahrens erscheint eingeschränkt möglich.
Lieferanten-Gap-Analyse		X	(Ja)	Siehe Ausführungen zur Profilanalyse

**Tab. 3.23 Übersicht der graphischen Mischverfahren der Lieferantenbewertung**

Beide graphischen Mischverfahren zur Lieferantenbewertung verfolgen einen multi-kriteriellen Ansatz und sind auch bedingt automatisierbar, insbesondere bei der Bearbeitung von quantitativen Bewertungskriterien. Beide Verfahren haben ihre Stärke in der übersichtlichen Visualisierung der Ergebnisse.

#### *Jüngere bzw. innovative Ansätze*

Neben den in den vorherigen Abschnitten beschriebenen klassischen Lieferantenbewertungsverfahren haben sich weitere Ansätze herausgebildet, die zum Ziel haben, den „[...] Schwächen der klassischen Verfahren entgegenzuwirken und den Anforderungen einer systematischen und ganzheitlichen Bewertung von Lieferantenbeziehungen gerecht zu werden“ [AhZe2004, S. 29]. Diese jüngeren Verfahren verstehen sich zum einen als Weiterentwicklung eben solcher klassischer Verfahren, zum anderen aber auch als ganz neue Ansätze. Im Rahmen dieser Arbeit werden diese Verfahren in der Gruppe der „Jüngere bzw. innovative Ansätze“ zusammengefasst und die wichtigsten Vertreter im Folgenden vorgestellt.

Das Konzept der *Balanced Scorecard* wurde Anfang der 90er Jahre von Kaplan und Norton entwickelt und als neue Möglichkeit der ganzheitlichen Unternehmensteuerung eingeführt. Anlass war die Kritik an den zur Verfügung stehenden Unternehmenscontrollinginstrumenten, die im Allgemeinen nur finanztechnische Aspekte berücksichtigen. Kaplan und Norton wollten dieser Eindimensionalität entgegenwirken und schlugen

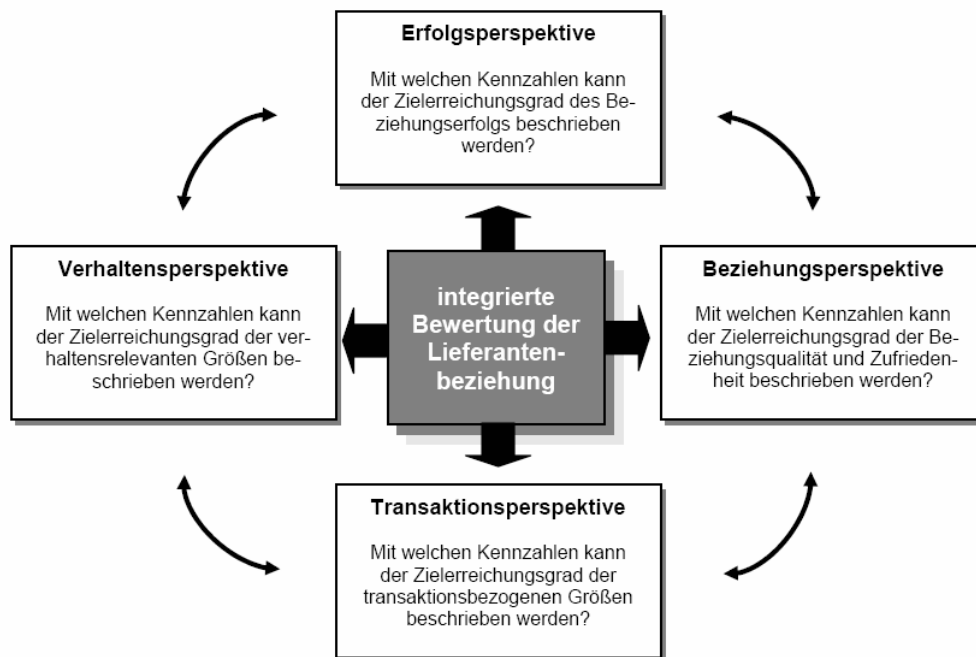
die Balanced Scorecard als ein Instrument vor, mit dessen Hilfe neben den finanztechnischen Aspekten – denen natürlich nach wie vor eine große Bedeutung zukommt – auch operative Aspekte, wie z. B. Kundenzufriedenheit, interne Prozesse und die Fähigkeiten der Organisation zu Innovation und Verbesserung, berücksichtigt werden [Vgl. KaNo1992, S. 71]. Zu diesem Zweck haben sie vier Betrachtungsperspektiven vorgeschlagen [Vgl. KaNo1992, S. 72]:

- Finanzperspektive – „How do we look to Shareholders?“: Hierzu wurden Messgrößen wie beispielsweise Gesamtkapitalrendite oder Return On Investment (ROI) definiert, die Auskunft darüber geben, ob die Umsetzung und Durchführung der Unternehmensstrategie zu einer Ergebnisverbesserung führt [Vgl. AhZe2004, S. 39].
- Kundenperspektive – „How do customers see us?“: Messgrößen hierbei sind Marktanteile oder Kundenrentabilität. Diese Messgrößen dienen dazu, Markt- und Kundensegmente für die Geschäftsaktivitäten festzulegen.
- Interne Prozessperspektive – „What must we excel at?“: Hier wird die gesamte Wertschöpfungskette des Unternehmens betrachtet und herausgearbeitet, wie die zugrunde liegenden Prozesse verbessert werden können.
- Lern- und Entwicklungsperspektive – „Can we continue to improve and create value?“: Es gilt die Infrastruktur zu identifizieren, die Voraussetzung dafür ist, die gesteckten Ziele zu erreichen. Hierzu gehören nicht nur die Leistungsfähigkeit der Informationssysteme, sondern auch die Qualifikation und Motivation der Mitarbeiter.

Innerhalb der einzelnen Perspektiven werden unternehmensspezifische Ziele und Messgrößen zur Überprüfung der Zielerreichung definiert. Darüber hinaus stehen die einzelnen Perspektiven über Ursache-Wirkungsbeziehungen miteinander in Zusammenhang. So kann sich z. B. das Fachwissen der Mitarbeiter positiv auf die Prozessqualität in der Produktion und Logistik auswirken. Dies kann wiederum dazu führen, dass Lieferzusagen zum Kunden eingehalten werden können, die Kundenzufriedenheit steigt und der Kunde dem Unternehmen die Treue hält, was sich wiederum positiv auf den ROI auswirkt [Vgl. AhZe2004, S. 41].

Wie lässt sich nun das Konzept der Balanced Scorecard bei der Lieferantenbewertung einsetzen? Um Lieferantenbeziehungen ganzheitlich bewerten zu können, ist zunächst zu betrachten, unter welchen Perspektiven dies geschehen soll. Ahlert et al. schlagen hierzu eine strukturelle Änderung der klassischen Balanced Scorecard vor und führen

zur integrierten Bewertung von Lieferantenbeziehungen die Perspektiven Erfolg, Beziehung, Transaktion und Verhalten ein (siehe Abb. 3.14).



Quelle: [AhZe2004, S. 59]

**Abb. 3.14 Perspektiven der Lieferanten Balanced Scorecard**

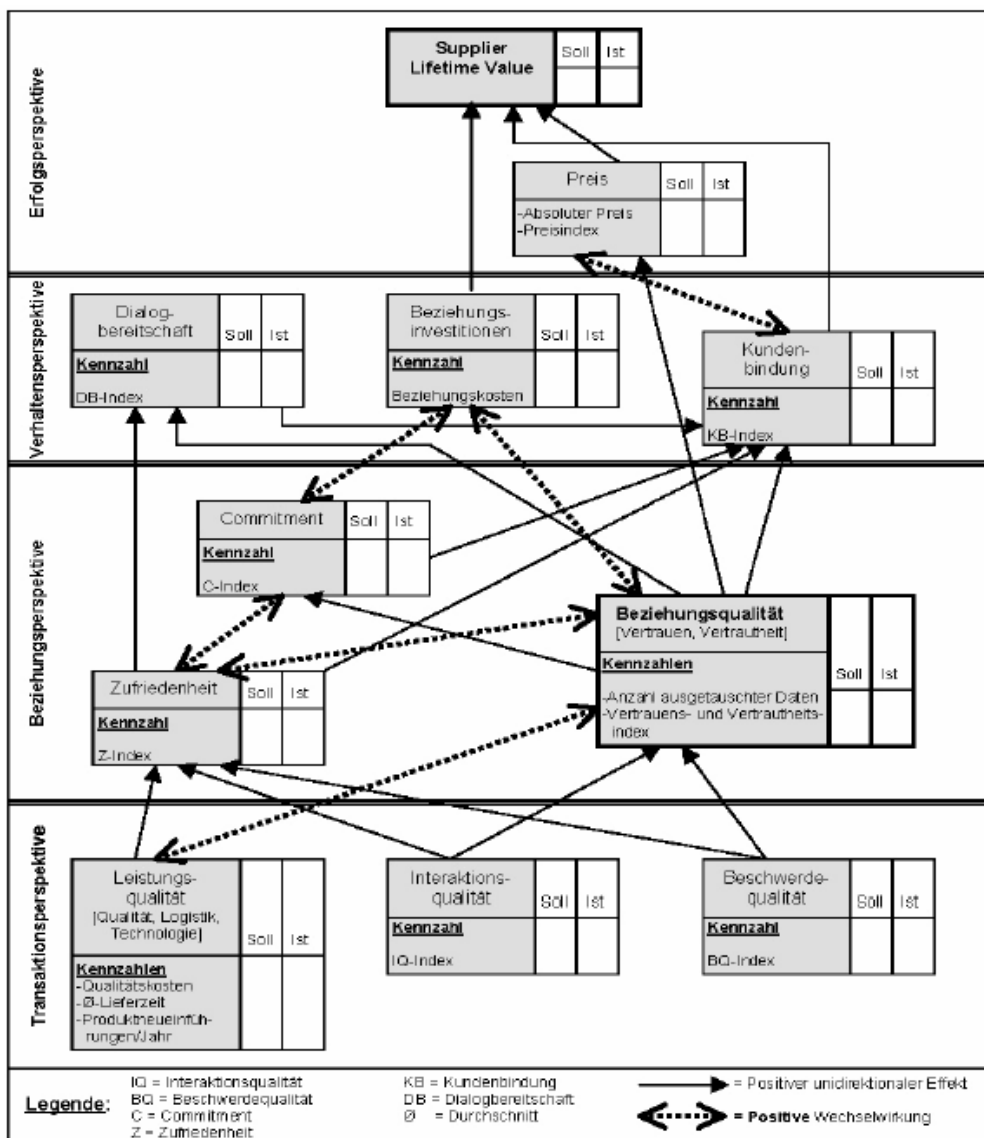
Dabei lassen sich die vier Perspektiven folgendermaßen beschreiben [Vgl. AhZe2004, S. 60-64]:

- **Erfolgsperspektive:** Messung des Erfolgs der Lieferantenbeziehung. Hierzu werden ausschließlich monetäre Kennzahlen verwendet, wie z. B. der Preis des Beschaffungsguts oder die Kennzahl des Supplier Lifetime Values (SLV)<sup>11</sup>.
- **Beziehungsperspektive:** Berücksichtigung der Zufriedenheit des Kunden, der Beziehungsqualität und des Commitments. Dies sind im Wesentlichen qualitative Kriterien.
- **Transaktionsperspektive:** Bewertung der Qualität einer Einzelleistung (Transaktion). Die Kriterien lassen sich dabei in die Kategorien Leistungsqualität, Interaktionsqualität und Beschwerdequalität gruppieren.

<sup>11</sup> Der Supplier Lifetime Value ist eine mehrdimensionale Kennzahl, „[...] die alle leistungs- und kostenrelevanten Aspekte einer Lieferantenbeziehung in einem dynamischen Umfeld einbezieht und aus Kundensicht der objektiven Ermittlung des monetären Wertes dieser Lieferantenbeziehung“ dient [AhZe2004, S. 64] und [Vgl. AhZe2004, S.31f]

- Verhaltensperspektive: Betrachtung der Dialogbereitschaft, der beziehungs-spezifischen Investitionen sowie der Kundenbindung. Unter beziehungs-spezifischen Investitionen werden hier z. B. partnerspezifische Produkte, Prozesse und Strukturen sowie kostenlose Dienstleistungen verstanden.

Zwischen den einzelnen Perspektiven und den dabei verwendeten Bewertungskategorien und –kriterien gibt es wie bei der klassischen BSC Ursache-Wirkungsbeziehungen, wie sie in Abb. 3.15 visualisiert sind. Auf die detaillierte Beschreibung dieser Verflechtungen soll im Rahmen dieser Arbeit verzichtet werden<sup>12</sup>.



Quelle: [AhZe2004, S. 75]

Abb. 3.15 Ursache-Wirkungsbeziehungen in der Lieferanten Balanced Scorecard

<sup>12</sup> Dem interessierten Leser sei die Darstellung von Ahlert et al. in [Vgl. AhZe2004, S. 64-76] zum Lesen empfohlen



Die Lieferanten Balanced Scorecard ist ein Verfahren, mit der eine Kunden-Lieferanten Beziehung ganzheitlich analysiert werden kann, um Schwachstellen aufzuzeigen, die dann als Basis für eine Lieferantenentwicklung bzw. –qualifizierung dienen. Das Verfahren ist nicht darauf ausgelegt, die Leistungsfähigkeit von verschiedenen Lieferanten zu vergleichen, um so eine Lieferantenauswahl zu unterstützen.

Die *Fuzzy-Logic* ist ein Ansatz aus dem Bereich der künstlichen Intelligenz und erweitert die klassische oder boolesche Logik, die nur Wahrheitswerte wahr (1) und falsch (0) kennt. Die Theorie der Fuzzy-Logic sieht vor, dass es zwischen falsch (0,0) und wahr (1,0) einen fließenden Übergang gibt, so dass sich damit ein beliebiger Grad an Wahrheit beschreiben lässt [Vgl. AhZe2004, S. 29]. Damit können Aussagen wie „fast wahr“ oder „ziemlich wahr“ als sogenannte linguistische Variablen oder Terme verarbeitet werden. Dies kann bei der Beurteilung von Lieferanten dann hilfreich sein, wenn die Ausprägungen von Kriterien nicht exakt, sondern nur unscharf bekannt sind. Das Ziel des auf Fuzzy-Logic basierten Verfahrens zur Lieferantenbewertung ist die Verdichtung aller Kriterien (scharfe oder unscharfe) zu einer Lieferantenkennzahl. Dabei wird folgende Vorgehensweise vorgeschlagen:

- Fuzzifizierung: Überführung der Eingangsparameter (quantitative und qualitative Messgrößen) in linguistische Variablen und Bestimmung deren Zugehörigkeitsfunktion<sup>13</sup>.
- Inferenzprozess: Verknüpfung dieser unscharfen Variablen über Fuzzy-Regeln, die üblicherweise in Form von Wenn-dann-Bedingungen aufgestellt sind.

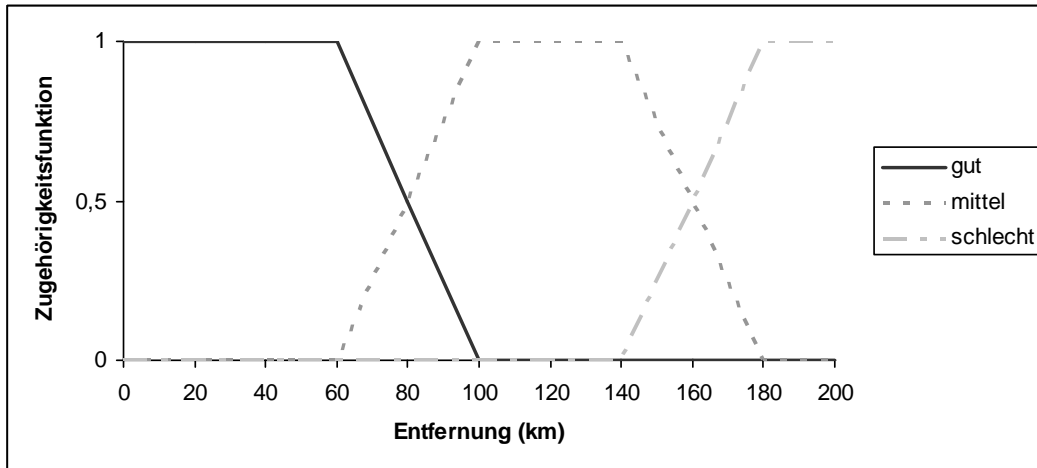
Aus dem Inferenzprozess ergibt sich ein Ergebnis, das dann in eine Eignungswertzahl transformiert wird. Über diese Eignungswertzahl sind die Lieferanten untereinander vergleichbar.

Zur Verdeutlichung der Vorgehensweise soll das von Janker verwendete Beispiel der linguistischen Variablen „Geographische Lage“ hier kurz aufgezeigt werden [Vgl. Jank2004, S. 150]. Dabei geht es um die Bestimmung der Begriffe gut, mittel und schlecht. Wie in Abb. 3.16 dargestellt sei für jeden dieser Begriffe eine Zugehörigkeitsfunktion festgelegt. Dabei ist z.B. eine geographische Lage eindeutig als gut bewertet (mit Zuständigkeit = 1), wenn der Standort des Lieferanten in max. 60 km Entfernung angesiedelt ist. Zwischen 60 und 100 km findet der unscharfe Übergang zwischen einer guten und einer mittleren geographischen Lage statt. Zwischen 100 und 140 ist die Lage

---

<sup>13</sup> Janker gibt einen kurzen Überblick in den Prozess der Fuzzifizierung und verweist auf weiterführende, detaillierte Darstellungen [Vgl. Jank2004, S. 149].

wieder eindeutig mit mittel bewertet, während zwischen 140 und 180 km der unscharfe Übergang zwischen mittel und schlecht angegeben ist. Jede Lage über 180 km ist eindeutig als schlecht zu bezeichnen.



Quelle: [Vgl. Jank2004, S. 150]

Abb. 3.16 Linguistische Variable "Geographische Lage (GL)"

Die Zugehörigkeitsfunktionen werden mit  $\mu_{GL}(x)$  bezeichnet. Es gibt somit eine Zugehörigkeitsfunktion pro Begriff. Für die Linguistische Variable „Geographische Lage“ lässt sich damit ein Fuzzy-Vektor  $\mu_{GL}(x) = (\mu^{gut}(x); \mu^{mittel}(x); \mu^{schlecht}(x))$  konstruieren, der die im Beispiel dargestellten drei Zugehörigkeitsfunktionen kombiniert. So ergibt sich der Fuzzy-Vektor für die Entfernung  $x=70$  zu  $\mu_{GL}(70) = (0,75; 0,25; 0)$ , was bedeutet, dass die geographische Lage mit gut (Zuständigkeitsgrad = 0,75) / mittel (Zuständigkeitsgrad = 0,25) bewertet ist. Solche Zugehörigkeitsfunktionen lassen sich auch für andere Variablen erstellen.

Regel	Prämissen		Konklusion
	WENN Geographische Lage	UND Infrastruktur	DANN Standort
1	gut	gut	gut
2	gut	mittel	gut
3	gut	schlecht	mittel
4	mittel	gut	gut
5	mittel	mittel	mittel
6	mittel	schlecht	mittel
7	schlecht	gut	mittel
8	schlecht	mittel	mittel
9	schlecht	schlecht	schlecht

Quelle: [Jank2004, S. 150]

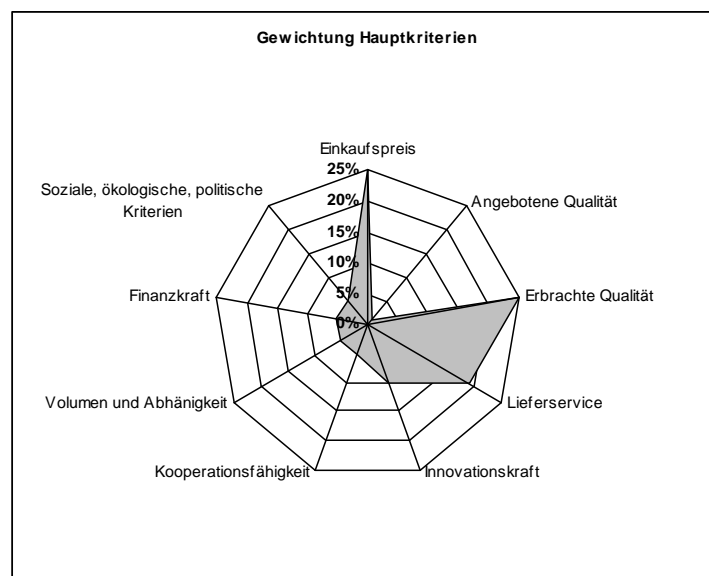
Tab. 3.24 Regelblock zur Bewertung des Standortes

Zur beispielhaften Darstellung der angesprochenen Wenn-dann-Bedingungen bei der integrierten Betrachtung mehrerer Variablen soll es eine zweite linguistische Variable „Infrastruktur (IS)“ geben, deren Zugehörigkeitsfunktionen in ähnlicher Weise für gut, mittel und schlecht angegeben sind. Die Auswahl der Lieferanten soll nun anhand der Kombination aus beiden Variablen durchgeführt werden. Hierzu wird ein sogenannter Regelblock zur Bewertung des Standorts aufgestellt, wie er in Tab. 3.24 beispielhaft dargestellt ist.

Mit Hilfe der Fuzzy-Vektoren für die unterschiedlichen Variablen lassen sich nun für die betroffenen Regeln Erfüllungsgrade berechnen, die anschließend zu einem Gesamterfüllungsgrad verdichtet werden. An dieser Stelle wird auf eine weitere Detaillierung verzichtet und auf die Ausführungen von Janker und der von ihm zitierten Quellen verwiesen [Vgl. Jank2004, S. 150f].

Der Fuzzy Logic Ansatz zur Lieferantenbewertung verbessert die Objektivität bei der Lieferantenbewertung und erlaubt es, menschliches Entscheidungsverhalten nachzubilden. Sinnvoll einzusetzen ist das Verfahren wegen seiner Komplexität jedoch nur durch eine IT-Unterstützung [Vgl. Jank2004, S. 151].

Ein weiteres jüngeres Verfahren stellt die *Ratingmatrix* dar. Dieses von Disselkamp und Schüller vorgeschlagene Lieferantenbewertungsverfahren basiert auf einem gewichteten Notensystem. Dabei sind die Hauptkriterien als einheitliche Bewertungsbasis vorgegeben [Vgl. DiSc2004, S. 224].



Quelle: [Vgl. DiSc2004, S. 226]

**Abb. 3.17 Gewichtung der Hauptkriterien beim Ratingmatrix Verfahren**

Bei der Gewichtung der Hauptkriterien sowie bei der Festlegung und Gewichtung der Subkriterien kann unternehmensspezifisch vorgegangen werden. Eine Auswahl von möglichen Subkriterien wird zur Verfügung gestellt [Vgl. DiSc2004, S. 225]. Zur Visualisierung der Gewichtung der Hauptkriterien schlagen Disselkamp und Schüller die Verwendung eines Netzdiagramms vor (siehe Abb. 3.17).

Zur Bewertung der Subkriterien stehen vier Noten zur Verfügung. Dabei entspricht die Note 4 der Bewertung „sehr schlecht“ und die Note 1 der Bewertung „sehr gut“. Je nach Kriterium kann z. B. 4 auch „häufig“ und 1 „sehr selten“ bedeuten. In Tab. 3.25 ist ein Beispiel für die Bewertung der Subkriterien eines Hauptkriteriums (Lieferservice) dargestellt.

<b>Benotung</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>			
<b>Lieferservice</b>	Sehr schlecht	Schlecht	Gut	Sehr gut	Gewichtung (Beispiel)	Kalkulation	
	Häufig	Oft	Selten	Sehr selten			
Lieferzeit			2		5%	0,10	
Lieferhäufigkeit			2		5%	0,10	
Lieferbereitschaft			2		5%	0,10	
Mengentreue		3			25%	0,75	
Termintreue		3			25%	0,75	
Termintreue (zu früh)			2				
Termintreue (zu spät)	4						
Fehllieferquote	4				15%	0,6	
Anteil beanstandeter Lieferungen			2		10%	0,2	
Qualitätsbedingte Nachlieferungen	4				5%	0,2	
Lieferflexibilität				1	5%	0,05	
<b>Note Lieferservice</b>							<b>2,85</b>

Quelle: [DiSc2004, S. 139]

**Tab. 3.25 Beispiel für Ratingmatrix - Bewertung eines Hauptkriteriums**

Die Lieferantenleistung in den einzelnen Subkriterien wird mit Noten bewertet. Diese Noten werden mit dem Gewicht des Kriteriums multipliziert und ergeben den Anteil des Subkriteriums an der Gesamtnote. Dazu müssen die kalkulierten gewichteten Einzelnoten nur noch aufsummiert werden. In Tab. 3.25 ist am Beispiel der Termintreue auch dargestellt, dass einzelne Subkriterien durch Aggregation anderer Subkriterien gebildet werden können.

Diese Bewertung und Kalkulation wird für jedes Hauptkriterium durchgeführt. Um die Gesamtnote des jeweiligen Lieferanten zu ermitteln, müssen dann nur noch die gewichteten Noten der Hauptkriterien aufsummiert werden. Dies ist in Tab. 3.26 beispielhaft für mehrere Lieferanten angedeutet. Dabei hat der Lieferant B die beste Gesamtnote (1,8) erreicht.

Benotung (von 4 bis 1)	Gewichtung	Lieferant			
		A	B	...	Z
Einkaufspreis	25%	1,2	2,3		2,1
Angebotene Qualität	1%	3,2	1,4		2
Erbrachte Qualität	25%	3,5	1,5		1,8
Lieferservice	19%	3,1	1,8		2,1
Innovationskraft	10%	3,8	1,5		3,3
Kooperationsfähigkeit	5%	2,6	1,6		2,5
Volumen und Abhängigkeit	5%	2,9	1,6		2,7
Finanzkraft	5%	3,4	1,1		2,3
Soziale, ökologische, politische Kriterien	5%	3,9	2,2		3,5
<b>Gesamtnote pro Lieferant</b>	100%	<b>2,8</b>	<b>1,8</b>		<b>2,3</b>

Quelle: [Vgl. DiSc2004, S. 238]

**Tab. 3.26 Lieferantenvergleich mit Hilfe der Ratingmatrix**

Die Ratingmatrix ist darauf ausgelegt, das beschaffende Unternehmen beim Lieferantenvergleich und bei der Lieferantenauswahl zu unterstützen. Darüber hinaus besteht auch die Möglichkeit, die Lieferanten entsprechend ihrer Note bestimmten Lieferanten- bzw. Leistungsklassen zuzuordnen. Dies kann analog zu dem bereits besprochenen Indexverfahren erfolgen.

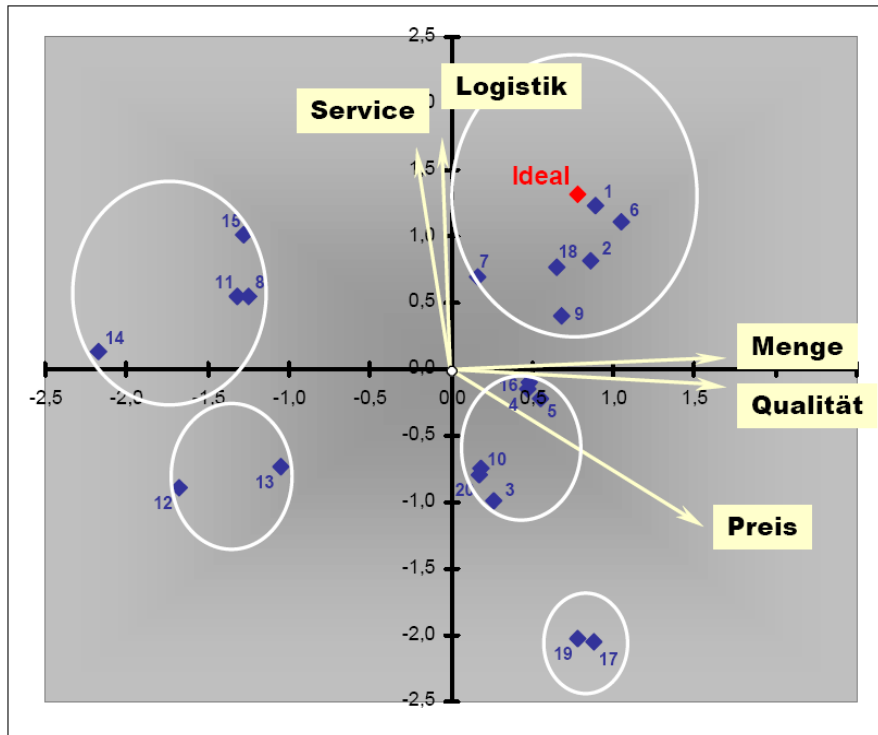
Der von Janker vorgeschlagene Einsatz der *Faktorenanalyse* bei der Lieferantenbewertung fußt auf dem Grundgedanken der Clusteranalyse als multivariates, statistisches Verfahren, mit dessen Hilfe eine „[...] Vielzahl an Variablen gemäß ihrer korrelativen Beziehungen in voneinander unabhängige Gruppen – Faktoren genannt –“ [Jank2004, S. 177] klassifiziert werden können. „Die in der Faktorenanalyse verfolgte Zielsetzung lässt sich durch die Wunschvorstellung umreißen, die m gemessenen Variablen durch möglichst wenige Faktoren möglichst genau und möglichst einfach zu erklären“ [BaBa2002, S. 233]. Geht man z. B. davon aus, dass bei einer Lieferantenbewertung die Kriterien Preis, Zuverlässigkeit und Qualität sowie Anzahl der Mitarbeiter und Umsatz bewertet werden, so kann man feststellen, dass es in der Praxis zwischen Preis, Zuverlässigkeit und Qualität sowie zwischen Anzahl der Mitarbeiter und Umsatz Korrelationen geben wird. Es gibt viele Nachweise in der Praxis, dass die Größe des Unternehmens (Anzahl der Mitarbeiter) einen signifikanten Einfluss auf die Höhe des Umsatzes hat. Nicht zuletzt deshalb werden zur Bewertung der Leistungsfähigkeit von Unternehmen (die auf vergleichbaren Geschäftsfeldern tätig sind) Kennzahlen wie Umsatz pro Mitarbeiter eingesetzt. Weiterhin lässt sich in der Praxis feststellen, dass die Qualität einer Leistung oft in direktem Zusammenhang mit dem Preis steht. Das Angebot mit dem günstigsten Preis ist in der Regel nicht das Angebot mit der besten Qualität. In diesem kleinen Beispiel, das auch Janker zur Illustration seiner Ausführungen verwendet, können also die fünf ursprünglichen Kriterien zu zwei Faktoren verdichtet werden. Die

Faktorenanalyse gibt hierzu das nötige mathematische Rüstzeug. Eine detaillierte Darstellung des Konzeptes der Faktorenanalyse würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen. Es sei deshalb auf die Ausführungen von Janker und die von ihm zitierten Quellen verwiesen [Vgl. Jank2004, S. 177-212]. Das Augenmerk soll hier vielmehr auf dem konkreten Einsatz der Faktorenanalyse bei der Lieferantenbewertung liegen. Dabei wird folgende Vorgehensweise vorgeschlagen [Vgl. Jank2004, S. 214]:

- Festlegung der Bewertungskriterien: Wie bei jedem anderen Verfahren müssen zunächst der Kriterienkatalog sowie die jeweiligen kriterienspezifischen Bewertungsmaßstäbe festgelegt werden. In diesem Schritt sollte auch die Beschreibung eines Ideallieferanten erfolgen.
- Deskriptive Analyse der Merkmale: Die Analyse liefert einen Überblick über die Merkmalsausprägungen und deren Skalierbarkeit. Dieser Schritt ist bei der Anwendung des Verfahrens nicht zwingend notwendig, er wird allerdings empfohlen, um erste Hinweise zu bekommen, ob eine aussagefähige Faktorenanalyse zu erwarten ist [Vgl. Jank2004, S. 217].
- Durchführung der Faktorenanalyse: Zunächst werden die Korrelationen der Kriterien in einer Korrelationsmatrix festgestellt. Daraus werden dann durch Faktorextraktion die Faktoren gebildet, die dann z. B. durch Faktorrotation aufbereitet und in einem Faktorplot graphisch dargestellt werden. Die Faktorwerte der einzelnen Lieferanten werden gebildet und in diesen Faktorplot eingetragen.
- Interpretation des FaktorwertepLOTS: Die Lage der Lieferanten im FaktorwertepLOT wird mit der Lage des Ideallieferanten verglichen und daraus dann die Entscheidung abgeleitet, welche Lieferanten am besten für die bewertete Beschaffungsfunktion geeignet sind.

Abb. 3.18 illustriert das Beispiel eines FaktorwertepLOTS als Ergebnis einer Faktorenanalyse bei der Bewertung von zwanzig Lieferanten anhand von fünf Hauptkriterien (Service, Logistik, Menge, Qualität und Preis). Dabei ergaben sich zwei Faktoren aus der Faktorenanalyse (Faktor 1 und Faktor 2). Der Faktor 1 ist über der X-Achse des Koordinatensystems gezeichnet, Faktor 2 über der Y-Achse.

Zur Erklärung der Ergebnisse ist es im ersten Schritt sinnvoll, auf die Häufung der Anordnung der Lieferanten einzugehen. Dies wird auch Clusterbildung genannt. Im Beispiel in Abb. 3.18 sind die Cluster durch Ellipsen dargestellt. Es ergaben sich somit fünf verschiedene Cluster von Lieferanten.



Quelle: [Vgl. Jank2004, S. 236]

**Abb. 3.18** Beispiel eines FaktorwertepLOTS als Ergebnis der Faktorenanalyse

Dabei lassen sich die Cluster folgendermaßen interpretieren [Vgl. Jank2004, S. 236]:

- Cluster 1 (Lieferanten 3, 4, 5, 10, 16, 20): Diese Lieferanten bieten insgesamt mittelmäßige Leistungen (nähe zum Ursprung des Koordinatensystems). Leicht überdurchschnittlich in Menge, Qualität und Preis (Werte auf der X-Achse) und leicht unterdurchschnittlich in Service und Logistik (Werte auf der Y-Achse).
- Cluster 2 (Lieferanten 12 und 13): Schlechte Leistungen sowohl in Hinblick auf Menge, Qualität und Preis als auch auf Service und Logistik.
- Cluster 3 (Lieferanten 8,11,14,15): Schlechte Leistungen bei Menge und Qualität allerdings einen niederen Preis und gute bis sehr gute Leistungen bei Service und Logistik.
- Cluster 4 (Lieferanten 17 und 19): Sehr schlechte Leistungen in Service und Logistik, allerdings gute Leistungen in Menge und Qualität bei jedoch hohem Preis.

- Cluster 5 (Lieferant 1, 2, 6, 7, 9, 18): Bei allen Merkmalen gute bis sehr gute Leistungen und einen niederen bis mittleren Preis. Diese Gruppe enthält auch den Ideallieferanten.

In den Erklärungen zu obigem Beispiel wird deutlich, dass es sinnvoll ist (allerdings nicht immer einfach), bei der Festlegung des Kriterienkatalogs auch die Bewertung für einen Ideallieferanten vorzunehmen.

Die Faktorenanalyse eignet sich auch für ein zweistufiges Lieferantenauswahlverfahren. So kann im ersten Schritt zunächst eine Lieferantenvorauswahl getroffen werden. Das Beispiel in Abb. 3.18 könnte hierbei die Visualisierung des Ergebnisses darstellen. Diese Lieferantenvorauswahl kann zunächst auf wenigen wichtigen Kriterien (siehe Beispiel fünf) erfolgen. Im zweiten Schritt würde sich dann eine detaillierte Auswahl aus den Lieferanten des Cluster 5 anschließen, die mit wesentlich mehr Kriterien durchgeführt wird. Darüber hinaus beschreibt Janker auch die Möglichkeit, die Faktorenanalyse bei der Lieferantenstrukturanalyse (Präsentation und Klassifizierung des Lieferantensamms) einzusetzen [Vgl. Jank2004, S. 273-285], worauf hier allerdings nicht weiter eingegangen werden soll.

Die Lieferantenbewertung mit der Faktorenanalyse bezieht sowohl quantitative, als auch qualitative Kriterien in die Bewertung mit ein. Sie ist in der Lage eine große Anzahl von Kriterien zu verarbeiten. Eine visuelle Darstellung der Lieferanten und ihre Distanz zum Ideallieferanten im Faktorwertplot ermöglichen zudem einen schnellen Überblick der Lieferanten zueinander. Festzustellen ist jedoch, dass die Faktorenanalyse ein sehr komplexes und schwer nachvollziehbares Verfahren darstellt. Auch die detaillierte Interpretation des Faktorwertplots – Einteilung der Lieferanten in Cluster und Bewertung dieser Cluster – erfordert große Erfahrung und Kenntnisse. Da es sich um einen recht neuen Ansatz handelt bleibt abzuwarten, wie sich dessen Akzeptanz bei den Unternehmen (z. B. der bewertenden Mitarbeiter) und den Lieferanten entwickelt.

Janker weist in seiner Arbeit auf weitere Ansätze in der englischsprachigen Literatur hin, die sich schwerpunktmäßig mit der Anwendung von mathematischen bzw. statistischen Verfahren in der Lieferantenbewertung beschäftigen [Vgl. Jank2004, S. 153]. Weber et al. teilen diese Verfahren in folgende drei Kategorien ein: „Linear weighting models“, „Mathematical programming models“ und „Statistical/probabilistic approaches“ [Vgl. WeCB1991, S. 14]. Dabei haben die Verfahren, die zur Gruppe der „*Linear weighting models*“ gezählt werden, die größte Beachtung erfahren. Die Vorgehensweise bei diesen Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass „[...] weights are given to the criteria, the biggest weight indicating the highest importance. Ratings on the criteria are multiplied by their weights and summed in order to obtain a single figure for each sup-



plier. The supplier with the highest overall rating can then be selected” [BoLM2001, S. 82]. Diese Vorgehensweise ähnelt somit den bereits besprochenen Verfahren, wie z. B. den Noten- oder Punktbewertungssystemen. So wird auch bei einem einfachen „Linear weighting model“, der „Categorical method“, jedes Kriterium nur mit „good“, „neutral“ oder „unsatisfactory“ bewertet [Vgl. GhBr1998, S. 200]. Die „Linear weighting model“ Verfahren setzen in der Regel voraus, dass „weights“ und auch „scores“ (Maßstäbe für die Bewertung von Kriterien) sehr genau angegeben werden müssen, um ein ebenso genaues Ergebnis zu erhalten [Vgl. BoLM2001, S. 82]. Diesem Problem widmet sich ein Bewertungsverfahren, das „Analytic Hierarchy Process (AHP)“ genannt wird. Es vermeidet die Vorgabe von präzisen Werten für Gewichte und Maßstäbe, sondern gibt dem Beurteiler die Möglichkeit, die Anforderungen verbal zu beschreiben. Dabei werden in der Regel Kriterien paarweise verglichen. Die Stärke von AHP liegt „[...] in its ability to structure a complex, multi-person and multi-attribute problem hierarchically, and then to investigate each level of the hierarchy separately, combining the results as the analysis processes“ [LiHa2005, S. 310]. Dabei werden für jedes Kriterium auf jeder Betrachtungsebene voneinander unabhängige Prioritäten (Gewichte) und Alternativen vergeben. Diese Kriterien bzw. Alternativen werden nun paarweise verglichen und in der Hierarchie aggregiert. Dabei ergibt sich das Ergebnis für jede Hierarchiestufe aus der linearen Kombination der Ergebnisse der Subkriterien [Vgl. LiHa2005, S. 310]. Das Bewertungsergebnis eines Lieferanten wird stets in Relation zu den anderen Lieferanten betrachtet, die potentiellen Lieferanten werden also in eine Reihenfolge gebracht. Es ergibt sich folglich kein absolutes Bewertungsergebnis sondern eine gerankte Liste. Erweitert sich der Kreis der Lieferanten, die betrachtet werden sollen, so muss der gesamte Bewertungsprozess erneut durchgeführt werden [Vgl. Jank2004, S. 153].

Weber et al. haben bereits Anfang der 1990er Jahre darauf hingewiesen, dass erstaunlicherweise recht wenige Vorschläge für Lieferantenbewertungsverfahren auf „*Mathematical programming models*“ beruhen [Vgl. WeCB1991, S. 10]. Auch Ghodsypour et al. merken an, dass diese Art von Verfahren noch nicht oft in der Literatur behandelt wurden [Vgl. GhBr1998, S. 200]. deBoer et al. begründen dies damit, dass sich diese Verfahren aufgrund ihrer mathematischen Formulierung des Entscheidungsproblems hauptsächlich für die Berücksichtigung quantitativer Kriterien eignen [Vgl. BoLM2001, S. 83]. Zu den „*Mathematical programming models*“ zählen Verfahren wie z. B. „Linear Programming“, „Mixed Integer Programming“, „Goal programming“ oder „Multi-objective Programming“ [Vgl. GhBr1998, S. 200]. Weber hat nachgewiesen, dass auch das „Data envelopment analysis“ Verfahren erfolgreich bei der Lieferantenbewertung und –auswahl eingesetzt werden kann [Vgl. Webe1996, S.28-30].

Eine weitere Möglichkeit Lieferanten zu bewerten, besteht darin, die Gesamtkosten zu betrachten, die der Lieferant beim beschaffenden Unternehmen verursacht. Dieses Verfahren wird *Activity-Based-Costing* genannt und zählt in der englischsprachigen Literatur zu den „Total Cost of ownership (TCO) models“. Kosten können in allen Phasen der Geschäftstätigkeiten entstehen: Bei der Vorbereitung von Transaktionen (z. B. Planungstätigkeiten), bei der Durchführung von Transaktionen (z. B. Warenannahme oder Einlagerung) sowie bei der Nachbereitung von Transaktionen (z. B. Reklamationsabwicklung) [Vgl. BoLM2001, S. 82]. Deshalb ist es zunächst wichtig, alle Kostenfaktoren, die im Unternehmen auftreten können, zu identifizieren und aufzusummieren. Bei den Kostenfaktoren spricht man dann von cost driver, der Anteil der Gemeinkosten pro Kostentreiber wird cost driver ratio genannt [Vgl. Jank2004, S. 155]. Für jeden Lieferanten werden nun zwei Kostenwerte ermittelt:

- Erhöhter Kaufpreis: Die Differenz zwischen dem Preis des zu bewertenden Lieferanten und dem Preis des billigsten Lieferanten multipliziert mit der geplanten Kaufmenge
- Summe aller Kosten: Die Summe aller Produkte aus Kosten pro Kostentreiber (cost driver ratio) multipliziert mit den geschätzten Einheiten der Kostentreiber, die der zu bewertende Lieferant im Unternehmen verursacht.

Der Kostenwert des Lieferanten ist die Summe aus erhöhtem Kaufpreis und der Summe aller Kosten. Der Lieferant mit dem geringsten Kostenwert ist zu bevorzugen. Das Verfahren konzentriert sich somit hauptsächlich auf die Bewertung des Kriteriums Kosten. Die Transparenz des Verfahrens ist dabei abhängig von der objektiven Darstellung der Kostentreiber und den damit verbundenen Kostenanteilen, was in der Praxis im Unternehmen nicht immer einfach ist<sup>14</sup>.

Zum Abschluss der Betrachtungen zu den jüngeren Ansätzen bei der Lieferantenbewertung soll noch das auf Basis des Quality Function Deployment (QFD) entwickelte *Lieferanten Quality Function Deployment* vorgestellt werden. Das QFD ist ein Planungs- und Entwicklungsinstrument, mit dem Kundenbedürfnisse systematisch in Produkt- und Dienstleistungsmerkmale transformiert werden [Vgl. AhZe2004, S. 35]. Ziel ist die langfristige Bindung von Kunden an das Unternehmen, die nur durch eine umfassende Kundenorientierung zu erreichen ist, indem die Erwartungen des Kunden erkannt und von den Mitarbeitern des Unternehmens erfüllt werden. Der QFD Prozess sieht hier ver-

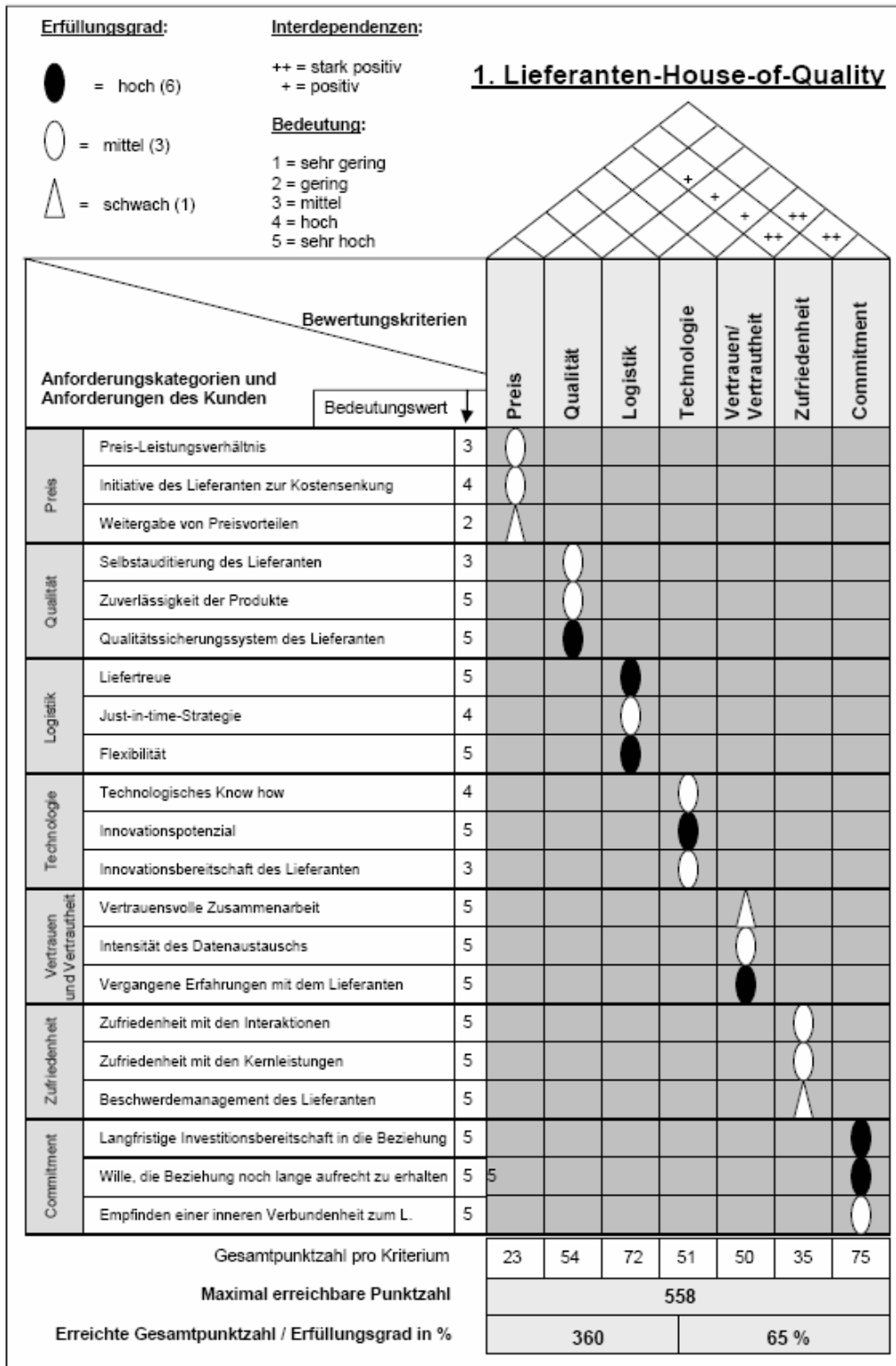
---

<sup>14</sup> Insbesondere kann die Aufteilung von allgemeinen Fixkosten auf Transaktionen immer nur ein Näherungswert sein, da Transaktionsplanzahlen von Transaktions-Ist-Zahlen in der Regel abweichen. Bei solchen Unschärfen ist dann darauf zu achten, dass sich diese bei allen zu bewertenden Lieferanten gleichermaßen auswirken.

schiedene Schritte vor, die im sogenannten House of Quality (HoQ) zusammengefasst sind. Ausgangspunkt sind die Kundenanforderungen, die es zunächst zu ermitteln gilt. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Beobachtung des Mitbewerbs, insbesondere der Erfüllungsgrad der Kundenanforderungen durch die Produkte der Mitbewerber. Aus den Kundenanforderungen werden nun Qualitätsmerkmale abgeleitet und mit den Zielen des Unternehmens abgeglichen. Danach werden die Zielgrößen für die Qualitätsmerkmale der Produkte festgelegt, mit den Kundenanforderungen abgeglichen, die Realisierbarkeit abgeschätzt und die Entwicklung der Produkte angestoßen. Als letzter Schritt wird ein produktionsorientierter Leistungsvergleich mit den Wettbewerbern angestrebt [Vgl. AhZe2004, S. 36f].

Wie kann nun dieses Verfahren, das zunächst für eine kundenorientierte Sicht und für die Ermittlung und Bewertung von Qualitätsmerkmalen für Produkte und Dienstleistungen konzipiert ist, auf die Bewertung und Auswahl von Lieferanten adaptiert werden? Neben kleineren strukturellen Änderungen des Verfahrens und der Schritte im HoQ kann es ganz analog auf die Lieferantenbewertung und –auswahl übertragen werden: dabei entsprechen die quantitativen und qualitativen Bewertungskriterien im Kriterienkatalog den Kundenanforderungen und das Ergebnis des Lieferanten Quality Function Deployment (L-QFD) liefert die Bewertung der jeweiligen Lieferantenbeziehung. Die Durchführung des Verfahrens läuft in verschiedenen Schritten ab [Vgl. AhZe2004, S. 47-55]:

- Erhebung der Bewertungskriterien: Sowohl Mitarbeiter der Beschaffung als auch Mitarbeiter aus den Bereichen Entwicklung, Produktion und Logistik definieren gemeinsam den Kriterienkatalog.
- Erhebung von Bewertungskategorien: Die einzelnen Kriterien werden zu Kriteriengruppen zusammengefasst.
- Gewichtung der Kriterien: Anhand der Bedeutung der Kriterien soll diese priorisiert bzw. gewichtet werden, um einen entsprechenden Einfluss auf das Gesamtergebnis abzubilden.
- Durchführung des Bewertungsprozesse: Die Lieferanten werden nun anhand der einzelnen Kriterien bewertet. Während des Bewertungsprozesses wird auch festgehalten, welche Zusammenhänge es zwischen den Kriterien bzw. Kriterienkategorien gibt.
- Darstellung der Ergebnisse: Die Ergebnisse können grafisch im sogenannten Lieferanten House of Quality (L-HoQ) dargestellt werden.



Quelle: [AhZe2004, S. 53]

Abb. 3.19 Darstellung der Ergebnisse im Lieferanten House of Quality

Abb. 3.19 stellt ein Beispiel eines Lieferanten House of Quality dar. Die linke Hälfte des Diagramms zeigt die Bewertungskategorien bzw. Bewertungskriterien (im Diagramm aus Kundensicht mit Anforderungskategorien bzw. Anforderungen des Kunden

bezeichnet) mit der jeweiligen Gewichtung (hier Bedeutungswert – Skala 1=sehr gering bis 5=sehr hoch). In der rechten Hälfte sind die Kategorien noch einmal aufgezeichnet, um im „Dach“ des Diagramms die Interdependenzen darzustellen (z. B. gibt es starke Zusammenhänge zwischen Vertrauen und Zufriedenheit und Zusammenhänge zwischen Qualität und Zufriedenheit). Die Gesamtpunktzahl für jede Kriterienkategorie ergibt sich aus der Summe aller Produkte aus Bedeutungswert mit Bewertung für die zur Kriterienkategorie gehörenden Kriterien.

Mit dem Lieferanten House of Quality lässt sich somit für jeden Lieferanten dessen Bewertung visualisieren. Wie allerdings aus Abb. 3.19 ersichtlich wird, ist diese Darstellung nur dann aussagekräftig, wenn sich die Anzahl der Bewertungskriterien in einem überschaubaren Rahmen bewegt.

<b>Jüngere Verfahren zur Lieferantenbewertung</b>				
<b>Verfahren</b>	<b>Kriterien</b>		<b>Autom.</b>	<b>Bemerkung</b>
	<b>Einzel</b>	<b>Multi</b>		
Balanced Scorecard		X	Ja	Die quantitativen Kriterien lassen sich automatisch ermitteln. Das gesamte Verfahren ist automatisierbar
Fuzzy Logic Ansatz		X	Ja	Das Verfahren ist nur durch eine weitgehend automatisierte IT Unterstützung überhaupt sinnvoll durchführbar
Ratingmatrix		X	Ja	Hat Analogien zu den Noten- bzw. Indexverfahren. Das Verfahren ist automatisierbar
Faktorenanalyse		X	Ja	Dieses recht komplexe Verfahren ist nur durch eine weitgehend automatisierte IT Unterstützung überhaupt sinnvoll durchführbar
Linear weighting models		X	(Ja)	Einfache Verfahren (wie z. B. die Categorical Method) sind nur bedingt automatisierbar.
Mathematical programming models		X	Ja	Aufgrund der starken mathematischen Formalismen gut automatisierbar
Activity-Based-Costing	X		(Ja)	Die Automatisierbarkeit ist abhängig von der Verfügbarkeit von BI Systemen zur Analyse von Kostenstrukturen und Kostentreibern
Lieferanten Quality Function Deployment		X	(Ja)	Das Verfahren ist in wesentlichen Teilen automatisierbar. Die Bestimmung der Zusammenhänge zwischen den Kriterienkategorien erfolgt manuell.

**Tab. 3.27 Übersicht der jüngeren Verfahren der Lieferantenbewertung**

Da das L-QFD Verfahren allerdings eine hierarchische Darstellung des Kriterienkatalogs zulässt, kann der Visualisierung im L-HoQ eine entsprechende Aggregation von Kriterien vorgeschaltet werden. Das Ergebnis des L-QFD ist ein Erfüllungsgrad bzw. eine Gesamtpunktzahl pro Lieferant, mit der wiederum ein Lieferantenvergleich durchgeführt werden kann.

Mit dem L-QFD Verfahren wird die Betrachtung der jüngeren bzw. innovativen Lieferantenbewertungssysteme für die Zwecke dieser Arbeit abgeschlossen. In Tab. 3.27 sind die besprochenen Verfahren noch einmal im Überblick dargestellt.

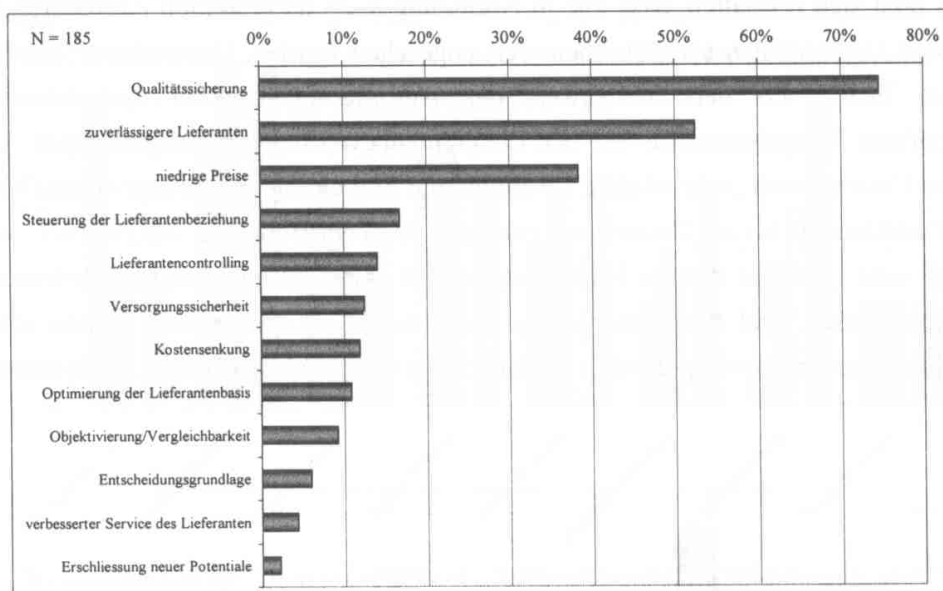
Wie aus den Ausführungen in diesem Abschnitt zu erkennen ist, gibt es eine Vielzahl von Lieferantenbewertungsverfahren, die die Problemstellung und Entscheidungsunterstützung mit unterschiedlichen Schwerpunkten behandeln. Um aus diesen Verfahren ein geeignetes Vorgehen für die Bewertung und Auswahl von strategischen Liefernetzen abzuleiten – wofür dieser Abschnitt die Grundlagen gelegt hat – soll zunächst noch untersucht werden, welche praktische Relevanz die einzelnen Verfahren haben. Um einen Überblick über den praktischen Einsatz zu bekommen, werden zum einen Ergebnisse von empirischen Untersuchungen betrachtet. Zum anderen werden Lieferantenbewertungsverfahren, die sich im unternehmerischen Einsatz bewährt haben, etwas detaillierter untersucht und herausgearbeitet, wie Unternehmen bei der Bewertung und Auswahl ihrer Lieferanten vorgehen.

### **3.2.4 Lieferantenbewertungssysteme in der Praxis**

„Das Lieferantenbewertungssystem sollte im Rahmen eines professionellen Lieferantenmanagement Transparenz über die Leistungsfähigkeit von Lieferanten und deren Lieferleistung verschaffen“ [HaOP2004, S. 16]. Hartmann et al. definieren die Lieferantenqualität als die Summe aus Leistungsfähigkeit (das Leistungspotential eines Lieferanten) und Lieferleistung (die real erbrachte Leistung). Die Beschaffungsfunktion im Unternehmen setzt somit ein Lieferantenbewertungssystem ein, um „[...] negative Abweichungen zwischen der realisierten und potentiellen Leistungsfähigkeit zu analysieren und aufgedeckte Schwachstellen in Zusammenarbeit mit den Lieferanten - möglicherweise unterstützt von der Qualitätssicherung des eigenen Hauses – zu eliminieren“ [HaOP2004, S. 17]. Neben dieser eher beobachtenden Aufgabe, die die Basis für eine Lieferantenentwicklung ist, muss ein Lieferantenbewertungssystem auch in der Lage sein, die Beschaffungsfunktion bei der Lieferantenauswahl zu unterstützen. Daraus lassen sich folgende allgemeine Ziele formulieren, die ein Unternehmen bei der Lieferantenbewertung verfolgt [Vgl. Musc1998a, S. 82]:

- Objektivierung der Lieferantenwahl und Optimierung der Lieferantenstruktur gemäß den unternehmerischen Beschaffungszielen
- Sicherung der Versorgung durch Steuerung der Lieferantenbeziehung
- Erhaltung und Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit durch Entwicklung und Pflege der Lieferantenbeziehungen sowie kontinuierliche Verbesserung der Lieferantenqualität

Janker hat in seiner empirischen Untersuchung bei deutschen Unternehmen zu verschiedenen Fragestellungen des Lieferantenmanagements auch die Ziele abgefragt, die Unternehmen mit dem Einsatz von Lieferantenbewertungssystemen verfolgen. Abb. 3.20 zeigt die Auswertung zu dieser Fragestellung.



Quelle: [Jank2004, S. 163]

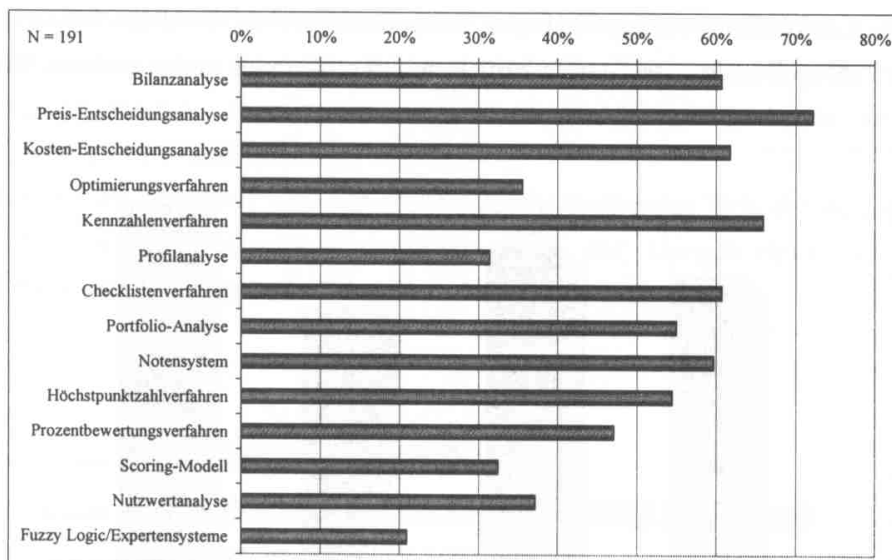
**Abb. 3.20 Umfrageergebnis - Ziele der Lieferantenbewertung**

Dabei hat sich recht eindeutig gezeigt, dass Qualität und Zuverlässigkeit der Lieferanten die wichtigsten Ziele sind, die mit der Lieferantenbewertung erreicht werden sollen. Daneben spielt der Preis eine nicht unerhebliche Rolle, um durch Reduktion von Kosten die Wettbewerbsfähigkeit zu verbessern. Eine Untersuchung am amerikanischen Markt hat vergleichbare Ergebnisse geliefert [Vgl. SiSW2002, S. 33f]. Auch dort wurde „Quality and Process Control“ als mit Abstand wichtigstes Ziel genannt.

Aus diesen Zielen lassen sich nun die folgenden Anforderungen an ein Lieferantenbewertungssystem ableiten [Vgl. Glant1994, S. 20]:

- Berücksichtigung der Beschaffungsziele und der Beschaffungssituation des Unternehmens
- Umfassende Berücksichtigung und flexible Anpassung von unternehmensspezifischen Bewertungskriterien
- Objektive Beurteilung der Lieferantenqualität
- Automatisierbarkeit des Bewertungs- und Auswahlprozesses
- Transparenz und Nachvollziehbarkeit in der Bewertung sowohl intern (Mitarbeiter des Unternehmens) als auch extern (Lieferanten)
- Geringer Kosten- und Zeitaufwand
- Ableitung von Gestaltungs- bzw. Handlungsempfehlungen

Darüber hinaus sollte ein Lieferantenbewertungssystem neben der Beschaffungsfunktion auch die Einbindung anderer Unternehmensbereiche (wie z. B. Entwicklung oder Produktion) unterstützen. Einfachheit und Transparenz des Lieferantenbewertungssystems sind wichtige Voraussetzungen für die Akzeptanz sowohl bei den Mitarbeitern im Unternehmen als auch bei den Lieferanten.



Quelle: [Jank2004, S. 168]

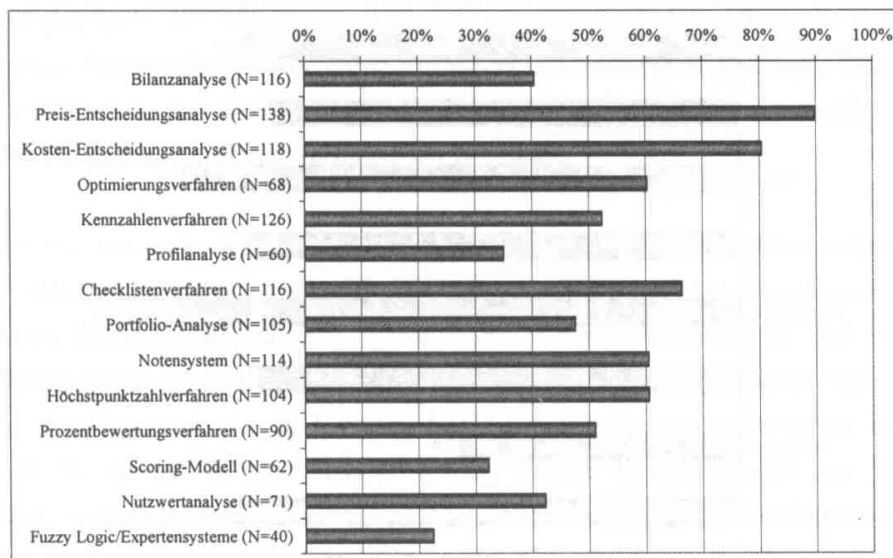
**Abb. 3.21 Umfrageergebnis - Bekanntheitsgrad von Lieferantenbewertungsverfahren**

Welche der in Abschnitt 3.2.3 vorgestellten Verfahren sind in der Praxis bekannt bzw. werden in der Praxis eingesetzt? Janker hat auch dies in seiner Umfrage untersucht. In



Abb. 3.21 ist das Ergebnis in Bezug auf den Bekanntheitsgrad von Lieferantenbewertungsverfahren dargestellt. Dabei hat sich Janker auf die Abfrage der klassischen Verfahren beschränkt, da die jüngeren bzw. innovativen Ansätze zum Teil erst noch ihre Bestätigung im praktischen Einsatz erfahren müssen. Dies hat sich auch bei der Umfrage bestätigt, da keines der beteiligten Unternehmen ein anderes als die vorgegebenen Bewertungsverfahren genannt hat [Vgl. Jank2004, S. 169]. Zu bemerken ist, dass die verschiedenen klassischen Bewertungsverfahren einen hohen Bekanntheitsgrad in der Praxis haben. So sind mehr als die Hälfte der Verfahren bei mehr als 50% der befragten Unternehmen bekannt.

Den Einsatz dieser Bewertungsverfahren in der Praxis zeigt Abb. 3.22.



Quelle: [Jank2004, S. 170]

**Abb. 3.22 Umfrageergebnis - Einsatz von Lieferantenbewertungsverfahren**

Es hat sich gezeigt, dass diejenigen Verfahren die weiteste Verbreitung haben, die fast ausschließlich monetäre Gesichtspunkte berücksichtigen (Preis- und Kosten-Entscheidungsanalyse), gefolgt vom Checklistenverfahren. Verfahren also, die sich auf die Bewertung nur eines Kriteriums konzentrieren oder sehr einfach in der Handhabung sind. Gefolgt wird diese Gruppe von den numerischen Mischverfahren, wie z. B. Notensysteme oder Punktbewertungsverfahren. Allerdings hat Janker bei seiner Untersuchung auch festgestellt, dass ein Großteil der Unternehmen mit dem eingesetzten Lieferantenbewertungsverfahren lediglich zufrieden ist<sup>15</sup> und dass aufgrund der gestiegenen Bedeu-

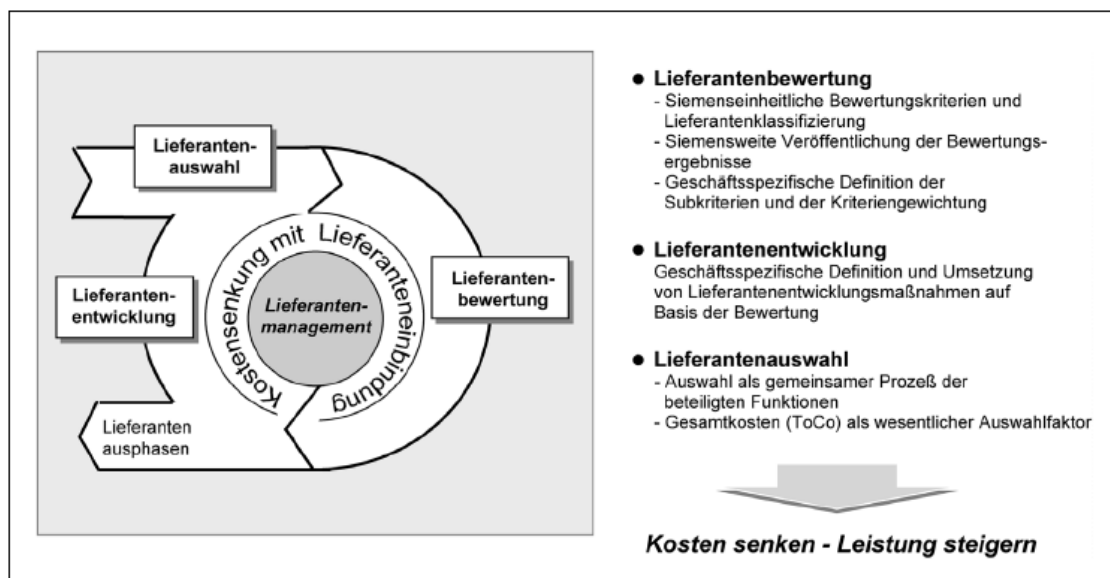
<sup>15</sup> Verwendete Skala: sehr zufrieden – zufrieden – weniger zufrieden – überhaupt nicht zufrieden

tung der Lieferantenbewertung zu erwarten ist, dass in Zukunft verbesserte Verfahren zum Einsatz kommen werden [Vgl. Jank2004, S. 171].

Der praktische Einsatz von Lieferantenbewertungssystemen soll nun an zwei industriellen Beispielen beschrieben werden.

### *Lieferantenbewertungssystem bei SIEMENS*

Aufgrund einer sehr heterogenen Vorgehensweise bei der Beurteilung von Lieferanten und einer Vielzahl von unterschiedlichen, uneinheitlichen Bewertungssystemen sowie der gestiegenen Bedeutung des Lieferantenmanagements (nicht zuletzt aufgrund eines wachsenden Kostendrucks) hat SIEMENS Ende der 90er Jahre ein neues, einheitliches Lieferantenmanagementsystem entwickelt und im Unternehmen eingeführt [Vgl. HoLu2000, S. 91-93]. In das Lieferantenmanagementsystem eingebunden ist ein Lieferantenbewertungssystem, welches die Basis liefert für eine Lieferantenentwicklung und Lieferantenauswahl. Abb. 3.23 gibt einen Überblick über dieses Lieferantenmanagementsystem.



Quelle: [HoLu2000, S. 93]

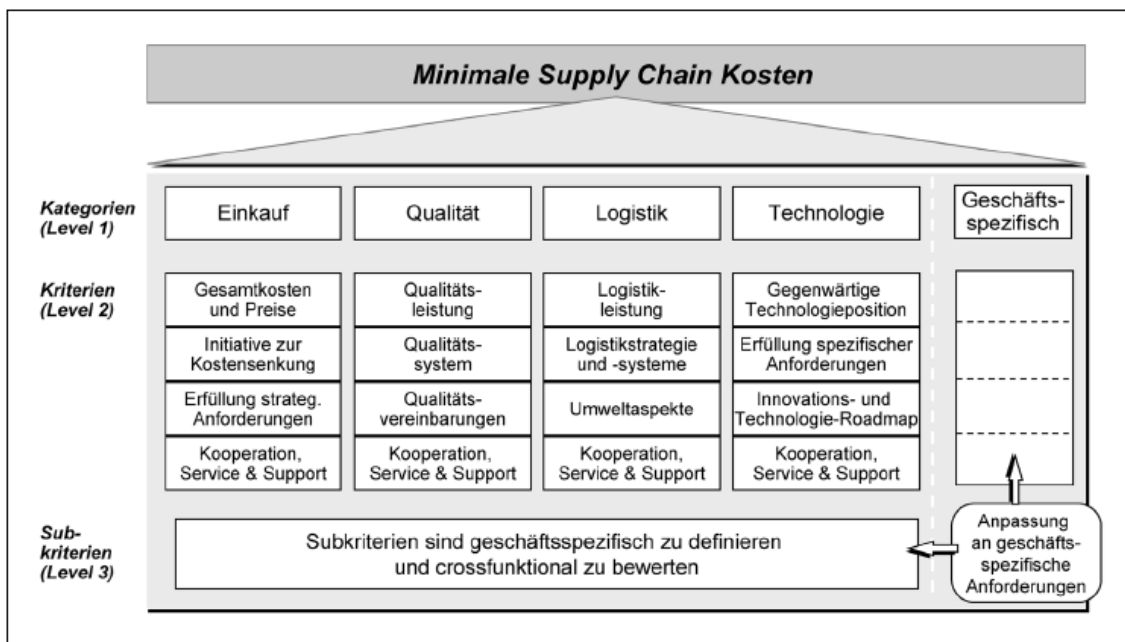
**Abb. 3.23 Lieferantenmanagementsystem von SIEMENS im Überblick**

Die Lieferantenbewertung stellt dabei einen konzernweit vergleichbaren Bewertungsmaßstab auf. Dieser Lieferantenbewertung liegen drei wesentliche Gestaltungsmerkmale zugrunde [Vgl. HoLu2000, S. 94]:

- Der einheitliche Bewertungsmaßstab und die unternehmensweite Kommunikation machen die Bewertungsergebnisse transparent.

- Die Ergebnisse der Lieferantenbewertung sind die Basis für die kontinuierliche Weiterentwicklung der Lieferantenbeziehungen (Festlegung von Verbesserungs- bzw. Qualifizierungszielen)
- Die Bewertungsergebnisse sind eine objektive Grundlage für alle Verhandlungen mit den Lieferanten.

SIEMENS hat nicht den Anspruch, alle Lieferanten zu bewerten. Vielmehr sind die verschiedenen Geschäftsgebiete dazu angehalten, diejenigen Lieferanten zu bewerten, die mindestens 80% des jeweiligen Einkaufsvolumens repräsentieren. Nach dem allgemein anerkannten Pareto-Prinzip sind dies zwischen 8% und 20% der Lieferanten [Vgl. HoLu2000, S. 95]. Die Bewertung erfolgt in den vier Hauptkategorien Einkauf, Logistik, Qualität und Technologie. Jede Kategorie ist durch vier Hauptkriterien beschrieben, so dass es insgesamt 16 unternehmensweit einheitliche Bewertungskriterien gibt. Eine Übersicht dieses Lieferantenbewertungssystems ist in Abb. 3.24 dargestellt.

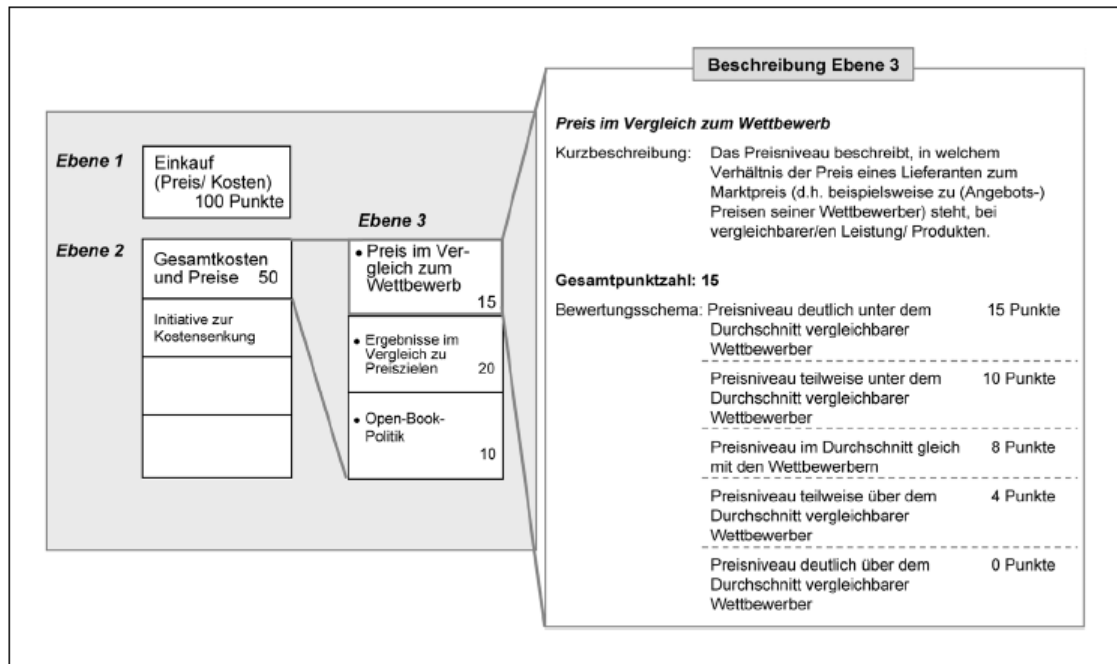


Quelle: [HoLu2000, S. 96]

**Abb. 3.24 Lieferantenbewertungssystem von SIEMENS im Überblick**

Das Lieferantenbewertungssystem schreibt eine einheitliche Struktur bis zu Level 2 vor. Die einzelnen Geschäftsgebiete haben allerdings die Freiheit, die Subkriterien, aus denen die Kriterien aggregiert werden, selbst zu definieren. Darüber hinaus kann es auch notwendig sein, in Ausnahmefällen geschäftsspezifische Kategorien und Kriterien dem System hinzuzufügen. Die einzelnen Kriteriengruppen dienen sowohl der Bewertung der Lieferantenleistung (z. B. Logistikleistung oder Qualitätsleistung), als auch der Bewertung der Lieferantenqualität (z. B. Initiative zur Kostensenkung oder Qualitätssystem).

tem). Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Kooperationsbereitschaft des Lieferanten. Dem Bewertungssystem liegt ein 100-Punktbewertungsverfahren zugrunde, wobei die Aggregation der Kriterien in jeder Kategorie 100 Punkte ergibt. Abb. 3.25 zeigt die Detaillierung der Bewertungskriterien anhand eines Beispiels aus der Bewertungskategorie Einkauf.



Quelle: [HoLu2000, S. 97]<sup>16</sup>

**Abb. 3.25** Detaillierung der Bewertungskriterien im Lieferantenbewertungssystem von SIEMENS

Die vier Kategorien werden untereinander gewichtet. Abb. 3.26 zeigt hierzu ein Beispiel für das Ergebnis einer Lieferantenbewertung. In diesem Beispiel sind die Kategorien gleichmäßig gewichtet (25%). Als Gesamtergebnis ergibt sich für den Lieferanten eine Punktzahl zwischen 0 und 100.

Auf Basis der erreichten Punktzahl wird der jeweilige Lieferant in eine von vier Lieferantenklassen eingruppiert [Vgl. HoLu2000, S. 98]:

- Preferred (90 – 100 Punkte): Die Anforderungen werden erfüllt. Der Lieferant ist geeignet für eine strategische Partnerschaft. Er kann frühzeitig in Entwicklungs- und andere relevante Geschäftsprozesse eingebunden werden.

<sup>16</sup> Anmerkung des Verfassers: In der Originalquelle ist ein Summierungsfehler. Die Punktzahl für das Kriterium Gesamtkosten und Preise muss im aufgezeigten Beispiel 45 betragen, nämlich die Summe aus den drei Subkriterien.

- Accepted (70 – 89 Punkte): Die Anforderungen werden weitgehend erfüllt. Es gibt allerdings Raum für Verbesserung, die auch vom Lieferanten erwartet wird. Die Laufzeit der Verträge ist zu prüfen und sollte kürzer sein als bei den als preferred eingestuften Lieferanten.
- Restricted (50 – 69 Punkte): Die Anforderungen werden in weiten Teilen nicht erfüllt. Es gibt deutliche Schwachstellen, das Einkaufsvolumen sollte reduziert werden.
- Desource (< 50 Punkte): Die Anforderungen werden nicht erfüllt. Der Lieferant verursacht wiederholt Probleme und zusätzliche Kosten. Das Einkaufsvolumen sollte so schnell wie möglich reduziert werden, eine Berücksichtigung bei einer Neuvergabe ist zu vermeiden.

<b>SIEMENS</b> Lieferantenbewertung			
<b>Siemens AG</b> Organisationseinheit: EV LT		<b>Lieferanten:</b> Materialgruppe:	
		<b>Ansprechpartner:</b> Peter Fuchs EV LT	
<b>1. Einkauf</b>	Gewichtung <b>25%</b>	Erfüllungsgrad: <b>72%</b>	
<b>1.1. Gesamtkosten und Preise</b>		75%	
Maximale Punktzahl: 40			
Bewertung: 30			
<b>1.2. Initiative zur Kostensenkung</b>		67%	
Maximale Punktzahl: 30			
Bewertung: 20			
<b>1.3. Erfüllung strategischer Anforderungen</b>		90%	
Maximale Punktzahl: 10			
Bewertung: 9			
<b>1.4. Kooperation, Service &amp; Support</b>		65%	
Maximale Punktzahl: 20			
Bewertung: 13			
<b>2. Qualität</b>	Gewichtung <b>25%</b>	Erfüllungsgrad: <b>89%</b>	
<b>2.1. Qualitätsleistung</b>		100%	
Maximale Punktzahl: 50			
Bewertung: 50			
<b>2.2. Qualitätssystem</b>		100%	
Maximale Punktzahl: 10			
Bewertung: 10			
<b>2.3. Qualitätsvereinbarungen</b>		0%	
Maximale Punktzahl: 10			
Bewertung: 0			
<b>2.4. Kooperation, Service &amp; Support</b>		100%	
Maximale Punktzahl: 20			
Bewertung: 20			
<b>3. Logistik</b>	Gewichtung <b>25%</b>	Erfüllungsgrad: <b>45%</b>	
<b>3.1. Logistikleistung</b>		36%	
Maximale Punktzahl: 50			
Bewertung: 18			
<b>3.2. Logistikstrategie und -systeme</b>		35%	
Maximale Punktzahl: 20			
Bewertung: 7			
<b>3.3. Umweltaspekte</b>		100%	
Maximale Punktzahl: 10			
Bewertung: 10			
<b>3.4. Kooperation, Service &amp; Support</b>		50%	
Maximale Punktzahl: 20			
Bewertung: 10			
<b>4. Technologie</b>	Gewichtung <b>25%</b>	Erfüllungsgrad: <b>100%</b>	
<b>4.1. Gegenwärtige Technologieposition</b>		100%	
Maximale Punktzahl: 25			
Bewertung: 25			
<b>4.2. Erfüllung spezifischer Anforderungen</b>		100%	
Maximale Punktzahl: 45			
Bewertung: 45			
<b>4.3. Innovations- und Technologie-Roadmap</b>		100%	
Maximale Punktzahl: 5			
Bewertung: 5			
<b>4.4. Kooperation, Service &amp; Support</b>		100%	
Maximale Punktzahl: 10			
Bewertung: 10			
<b>Erstellungsdatum:</b> 01.04.99	<b>Gesamtbewertung:</b> <b>Klassifizierung:</b>	<b>77%</b> <b>accepted</b>	<b>Total Cost of Ownership:</b> ToCo-Factor: N/A

Quelle: [HoLu2000, S. 103]

Abb. 3.26 Ergebnis einer Lieferantenbewertung bei SIEMENS

Damit sieht das Lieferantenbewertungssystem von SIEMENS vor, dass für jeden Lieferanten ein individuelles Stärke/Schwächen Profil zur Verfügung gestellt wird, mit dem der Lieferant dann gezielt entwickelt werden kann.

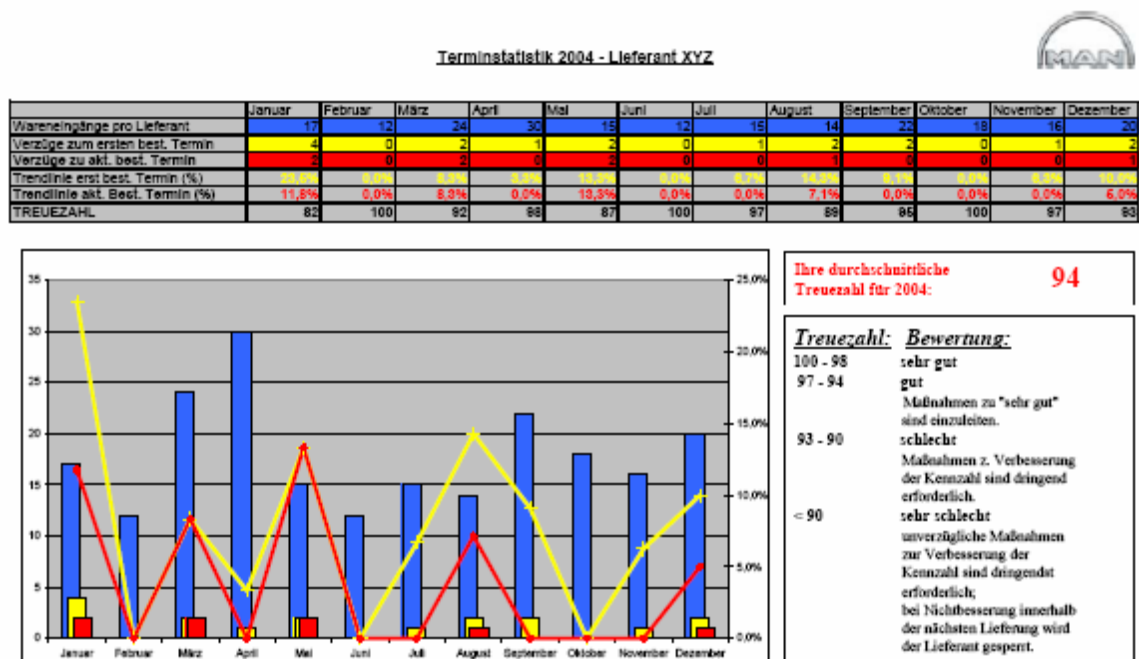
#### *Lieferantenbewertungssystem bei MAN B&W Diesel AG*

Das Lieferantenbewertungssystem bei MAN B&W Diesel AG basiert auf einheitlichen Kriterien in den Kategorien Technologie, Qualität, Logistik, Handel und Management [Vgl. MAN2001, S.6]. Mit diesem Bewertungssystem wird das Ziel verfolgt, qualifizierte Lieferanten zu identifizieren, mit denen langfristige Geschäftsbeziehungen aufge-

baut und gepflegt werden können. Qualifizierte Lieferanten zeichnen sich u. a. dadurch aus, dass sie ihren Lieferverpflichtungen nachkommen und Produktqualität sehr ernst nehmen. Darüber hinaus sollen sie ein langfristiges Kostenreduktionsprogramm unterstützen [Vgl. MAN2001, S. 6].

Das Lieferantenbewertungssystem von MAN B&W Diesel besteht aus mehreren Teilen und setzt verschiedene Verfahren ein, wie das Kennzahlenverfahren, das Punktbewertungsverfahren und das Checklistenverfahren. Die Schwerpunkte der Bewertung liegen dabei auf den Kriterien Qualität und Lieferleistung und hier insbesondere auf der Liefertermintreue [Vgl. Tobi2005, S. 46].

Die Liefertermintreue wird anhand der bestätigten Liefertermine des Lieferanten bewertet. Dabei wird die Liefertreuekennzahl aus den prozentualen Verzügen der tatsächlichen Wareneingangstermine zu den bestätigten Lieferterminen berechnet. Diese Kennzahl wird monatlich ermittelt und auf eine Jahreskennzahl aggregiert. Abb. 3.27 zeigt ein Beispiel für die Ermittlung der Liefertreuekennzahl eines Lieferanten.



Quelle: [Tobi2005, S. 48]

Abb. 3.27 Liefertreuekennzahl im Lieferantenbewertungssystem von MAN B&W Diesel

Der Lieferant hat z. B. im Monat Januar 17 Warenlieferungen, davon waren 4 verspätet zum ersten bestätigten Liefertermin und 2 verspätet zum korrigierten Liefertermin<sup>17</sup>.

<sup>17</sup> Ein korrigierter Liefertermin ist dann vorhanden, wenn der Lieferant den Einkauf darüber informiert, dass er den ersten bestätigten Liefertermin nicht einhalten kann. Darüber hinaus wird bei MAN B&W Diesel eine Verspätung dann als Verzug gewertet, wenn sie 3 Tage überfällig ist.

Daraus ergeben sich prozentuale Verzüge zum ersten bestätigten (im Beispiel 23,5%) und zum aktuell bestätigten Liefertermin (im Beispiel 11,8%). Aus diesen beiden prozentualen Werten wird nun zunächst eine durchschnittliche Verzugszahl errechnet und mit dieser dann die Liefertreuekennzahl für den jeweiligen Monat bestimmt. Abb. 3.28 zeigt am Beispiel Januar den Berechnungsweg für die Liefertreuekennzahl auf.

**1. Schritt: Durchschnittliche Verzugszahl errechnen**

	z.B. 23,5 %
+ % Verzüge z. ersten v. Lieferanten bestätigten Termin	z.B. + 11,8 %
+ % Verzüge z. aktuell v. Lieferanten best Termin	z.B. + 11,8 %
= <b>Zahl X</b>	= 35,3 %

*Zahl X* : 2 = Durchschnittliche Verzugszahl 35,2 % : 2 = 17,65 %

**2. Schritt: Liefertreuezahl ermitteln**

100 % (max. Bewertungszahl)	100,00 %
- Durchschnittliche Verzugszahl	z.B. 17,65 %
= Liefertreuezahl	= 82,35 ~ <b>82</b>

Quelle: [Tobi2005, S. 49]

**Abb. 3.28 Beispiel für die Berechnung der Liefertreuekennzahl**

Die aggregierte Liefertreuekennzahl für das gesamte Jahr wird analog ermittelt. Im Beispiel in Abb. 3.27 ergibt sich somit eine Jahresliefertreuekennzahl von 94. Die maximal zu erreichende Liefertreuekennzahl ist nach diesem Verfahren 100. Die Bewertung der Lieferanten und die jeweils als notwendig erachteten Handlungen sind wie folgt [Vgl. Tobi2005, S. 49f]:

- Sehr gut (100- 98): Anforderungen an Liefertermintreue erfüllt. Keine Aktionen notwendig.
- Gut (97-94): Anforderungen an Liefertermintreue weitgehend erfüllt. Erste Maßnahmen zur Verbesserung der Kennzahl sind angebracht.
- Schlecht (93-90): Anforderungen an Liefertermintreue sind weitgehend nicht erfüllt. Maßnahmen zur Verbesserung der Kennzahl sind dringend notwendig und einzuleiten.
- Sehr schlecht (<90): Anforderung an Liefertermintreue sind nicht erfüllt. Maßnahmen zur Verbesserung der Kennzahl sind dringend erforderlich und

unverzüglich einzuleiten. Bei Nichtbesserung innerhalb der nächsten Lieferung wird beim Lieferant eine Liefersperre gesetzt.

Neben der Liefertermintreue ist auch die Qualität ein wichtiges Bewertungskriterium. Die Qualitätsbewertung wird hauptsächlich beim Wareneingang durchgeführt. MAN B&W Diesel unterscheidet dabei zwischen prüfpflichtigen Gütern (Kontrolle aller Wareneingänge) und solchen, die nur stichprobenartig geprüft werden. Allerdings erlaubt das Bewertungssystem auch, dass Fehler in den beschafften Gütern, die erst im Produktionsprozess festgestellt werden, trotzdem noch in die Bewertung mit einfließen können. Zur Bewertung der Qualität gibt es ein Bewertungsschema, das eine max. Punktzahl von 100 vorsieht. Dieses Schema wird in Abb. 3.29 dargestellt.



MAN B&W Diesel AG  
FK 0911 – 12.2004

Seite 2 von 4

### **Qualitätsbewertung Lieferanten**

#### **Kriterienkatalog zur Vergabe der Qualitätspunkte je Wareneingang für fertigtbearbeitete Kaufteile sowie techn. und kapazitive Auswärtsvergabe**

**Losbewertung 1: 100 Punkte**

Fehlerfreie Lieferung.

**Losbewertung 2: 95 Punkte**

Vom Lieferanten gemeldete und von MAN B&W genehmigte Abweichung.

**Losbewertung 3: 75 Punkte**

Lieferung mit geringen Fehlern. Annahme ohne Vorbehalt mit Meldung an den Lieferanten. Langfristige Auswirkungen auf die Lebensdauer ist nicht ausgeschlossen.

**Losbewertung 4: 60 Punkte**

Lieferung mit geringen Fehlern. Annahme unter Vorbehalt mit Meldung an den Lieferanten. Probleme in der Montage oder in der Motorerprobung können nicht vollkommen ausgeschlossen werden; Teile sind nur eingeschränkt verwendbar u. ä.

**Losbewertung 5: 50 Punkte**

Rückweisung wegen geringer Fehler, z.B. unvollständige Kennzeichnung, Verletzungsgefahr wegen mangelhafter Entgratung, fehlende oder unzureichende Konservierung, fehlender Oberflächenschutz (z.B. Grundierung), Rost, fehlende Messblätter für Messvergleich. Ob eine Nachbesserung in unserem Hause, oder beim Lieferanten vorgenommen wird ist dabei ohne Bedeutung.

**Losbewertung 6: 20 Punkte**

Rückweisung wegen Fehlern, die Schwierigkeiten in der Montage ergeben würden oder erwarten lassen (Sach-Nr.-Verwechslung, unzulässige Abweichungen an für die Montage wichtigen Maßen oder mehrere Fehler nach Losbewertung 6). Ob eine Nachbesserung in unserem Hause, oder beim Lieferanten vorgenommen wird, oder ob die Teile Ausschuss sind, ist dabei ohne Bedeutung.

**Losbewertung 7: 1 Punkt**

Rückweisung wegen Fehler, die die Funktionsfähigkeit oder die Lebensdauer beeinträchtigen oder einen Motor- bzw. Turboladerschaden bewirken können (z.B. unzulässige Abweichungen in den Werkstoffdaten oder bei funktionswichtigen Maßen). Ob eine Nachbesserung in unserem Hause, oder beim Lieferanten vorgenommen wird, oder ob die Teile Ausschuss sind, ist dabei ohne Bedeutung.

Quelle: [Tobi2005, S. 51]

**Abb. 3.29 Qualitätsbewertungsschema im Lieferantenbewertungssystem von MAN B&W Diesel**



Für jeden geprüften Wareneingang werden Qualitätspunkte vergeben, die dann analog zur Ermittlung der Liefertermintreuekennzahl zunächst zu einer monatlichen Qualitätspunktzahl und anschließend zu einer Jahresqualitätspunktzahl verdichtet werden. Daraus ergibt sich dann wieder eine Bewertung der Lieferanten anhand einer Qualitätseinteilung, die bei MAN B&W Diesel außerdem davon abhängt, welche Art von Gütern beschafft wird, ob es sich z. B. um Rohmaterial, Rohguss oder fertigbearbeitete Bauteile handelt.



MAN B&W Diesel AG  
FK 0911 – 12.2004

Seite 4 von 4

### Qualitätseinteilung der Lieferanten nach der Qualitätszahl QZ

Beurteilung	Fertigbearbeitete Kaufteile	Kapazitive und technische Auswärtsvergabe	Rohguss	Halbzeuge (Schmiedeteile, Vorbearbeitung) Rohmaterial (Bleche, Stangen usw.)
sehr gut	99 bis 100	96 bis 100	93 bis 100	98 bis 100
gut	96 bis 98	90 bis 95	86 bis 92	91 bis 97
befriedigend	90 bis 95	75 bis 89	77 bis 85	82 bis 90
schlecht	80 bis 89	60 bis 74	65 bis 76	71 bis 81
sehr schlecht	1 bis 79	1 bis 59	1 bis 65	1 bis 70

Quelle: [Tobi2005, S. 52]

**Abb. 3.30** Qualitätseinteilung der Lieferanten bei der MAN B&W Diesel

Die Handlungsempfehlungen für die Verbesserung der Qualität sind dabei analog zu denen der Liefertermintreue zu sehen.

Andere Kriterien, wie z. B. Technologie, Unternehmenssituation und –größe werden über Checklisten bewertet bzw. abgeprüft. Obwohl es kein integriertes Lieferantenbewertungssystem gibt, werden die beiden weiter oben besprochenen Kenn- und Punktzahlen in eine Checkliste integriert, um so dem Einkäufer eine Art Gesamtbild des Lieferanten anzuzeigen. Ein Auszug aus solch einer Checkliste zeigt Abb. 3.31. Die Qualitätspunktzahl der Vormonate (Q-Zahl VM x) und die Liefertermintreuekennzahl der Vormonate (LT-Zahl VM x) sind in der unteren Hälfte der Grafik aufgeführt.

Weitere Checklisten dienen zur Überprüfung des Qualitätsmanagementsystems des Lieferanten oder dessen Umweltmanagement, sie werden jedoch an dieser Stelle nicht vertiefend dargestellt.

Wie aus den Ausführungen ersichtlich, wird kein durchgängiges integriertes Lieferantenbewertungssystem eingesetzt. Vielmehr werden mehrere Verfahren genutzt, die jedoch nur rudimentär zusammengeführt sind. So ist z. B. eine gewichtete Bewertung der Kenn- und Punktzahlen nicht möglich. Allerdings wird, aufgrund einer neuen IT-Strategie mit Einführung eines zentralen ERP-Systems, auch die Entwicklung und Einführung eines neuen integrierten Lieferantenbewertungssystems in Erwägung gezogen [Vgl. Tobi2005, S. 56].

Teilnehmer: LE57

---

Supply Agreement	<input type="checkbox"/>	Nr.:	Gültigkeit:			
Rahmenvertrag	<input checked="" type="checkbox"/>	Nr.: 57/2001	Gültigkeit:	-		
Konzernrahmenvertrag	<input type="checkbox"/>	Nr.:	Gültigkeit:			
Prognosevereinbarung		<input checked="" type="checkbox"/>	Gültigkeit:	-		
Abrufvereinbarung		<input type="checkbox"/>	Gültigkeit:			
Qualitätssicherungsvereinbarung		<input checked="" type="checkbox"/>	Gültigkeit:	-		
Lastenheft (Fremdkonstruktion)		<input type="checkbox"/>	Gültigkeit:			
Pflichtenheft (Fremdkonstruktion)		<input type="checkbox"/>	Gültigkeit:			
Entwicklungsvertrag (Fremdkonstruktion)		<input type="checkbox"/>	Gültigkeit:			
Sondereinbarungen		<input type="checkbox"/>	Gültigkeit:			
Art der Sondereinbarung						
Bonusvereinbarungen		<input type="checkbox"/>	Federführer:			
Staffelung						
zugelassen durch Klassifikationsgesellschaft		<input type="checkbox"/>	K.-Gesellschaft:			
zertifiziert		<input checked="" type="checkbox"/>	DIN ISO 0001	DIN ISO 14001		
Lead Buyer			SEMT			
Währung		EUR	Kurs:			
<b>Preisstellung</b>	Fracht:	Routingorder	Verpackung:	einschließlich Verpackung	Sonderverpackung <input type="checkbox"/>	
Zahlungsbedingungen	41400	0	0			
Mitarbeiterzahl			385	in Ruti/1050 weltweit		
Lieferantenumsatz im vergangenen GJ			132	Mio € weltweit		
Umsatz mit MBD-A im vergangenen GJ			370.829	€		
Umsatz mit MBD gesamt im vergangenen GJ			480000	€		
Umsatz mit MAN AG im vergangenen GJ			488000	€	SEMT: 187 000 €	
Bereitstellung Produkt- und Preiskataloge im BMEcat-Format			<input type="checkbox"/>			
<b>Bemerkung</b>						
Q-Zahl VM 3	Q-Zahl VM 2	Q-Zahl VM 1	Q-Zahl VHLH	LT-Zahl VM3	LT-Zahl VM2	LT-Zahl VM 1
100	100	100	100	92.8	92.1	96.6
K-Umsatz KALVJ2		K-Umsatz KALVJ1		K-Umsatz LFDKALJ		
215.588 €		370.829 €		244.754 €		

Quelle: [Vgl. Tobi2005, S. 54]

Abb. 3.31 Auszug aus einer Checkliste zur Lieferantenbewertung bei MAN B&W Diesel

Weitere Lieferantenbewertungssysteme finden sich in der Praxis z. B. bei der straschu Industrie-Elektronik GmbH [stra2006] oder der Leopold KOSTAL GmbH & Co. KG [Kost2004], die beide Ihre Kriterien und Verfahren öffentlich zugänglich beschreiben

und damit der Forderung nach Transparenz entsprechend nachkommen. Das Bewertungsverfahren von KOSTAL beruht auf einem prozentual gewichteten 100-Punktbewertungsverfahren mit den drei Kriterienkategorien Qualität (z. B. Qualitätskennzahl), Logistik (z. B. Mengentreue und Termintreue) und Einkauf (z. B. Preistransparenz und Verfügbarkeit/Erreichbarkeit) und hierarchisch angeordneten Kriterien und Subkriterien. Das Bewertungsverfahren der straschu Industrie-Elektronik GmbH beruht ebenso auf einem prozentual gewichteten 100-Punktbewertungsverfahren und bewertet die Kriterien Qualität (Verhältnis der beanstandeten Lieferungen und Art der Beanstandung), Termintreue (Abweichung Anlieferdatum vom bestätigten Liefertermin des Lieferanten), Mengentreue (Abweichung gelieferte Menge zur bestellten Menge) und Sonstiges (z. B. kaufmännische Abwicklung). Es gibt beim Kriterium „Sonstiges“ Unterkriterien, so dass es ein sehr einfaches, transparentes Bewertungssystem darstellt.

Hartmann et al. beschreiben in ihren Ausführungen zur Lieferantenbewertung zwei Fallstudien aus der Praxis. In der ersten Fallstudie handelt es sich um ein Unternehmen der Elektroindustrie [Vgl. HaOP2004, S. 77-86], das auf der Basis eines einfachen gewichteten 100-Punktbewertungsverfahrens die Kriterien Qualität (Lieferqualität), Lieferung (Liefertreue, Lieferzeit, Mengentreue, Lieferflexibilität), Kosten (Preistransparenz, Preisverhalten, Preisniveau, Total Cost), Service (Reaktion auf Anfrage, EDV, Auftragsabwicklung, Ersatzteilversorgung) und Allgemein/Management (Know-how, Umwelt, Geschäftspolitik) bewertet und mit nur wenigen Unterkriterien ein übersichtliches, transparentes Bewertungssystem betreibt. Ein wichtiger Aspekt bei der Entwicklung und Implementierung dieses Systems war die Akzeptanz bei den eigenen Mitarbeitern und bei den Lieferanten. In einer zweiten Fallstudie wird die Entwicklung und Einführung eines Lieferantenbewertungssystems bei der G. Komschröder AG beschrieben [Vgl. HaOP2004, 87-137]. Die vom Unternehmen festgelegten Hauptkriterien waren Qualitätsniveau, Mengentreue, Termintreue. Zum Einsatz kommt ein Indexverfahren, das die Bewertung der einzelnen Lieferanten über Indizes in den Kategorien Qualität (Qualitätsindex und Qualitätsgesamtindex), Menge (Mengenindex und Mengengesamtindex), Termin (Terminindex und Termingesamtindex) und Lieferung (Lieferindex und Liefergesamtindex) durchführt. Das System liefert sowohl dem Mitarbeiter im Einkauf als auch dem Lieferanten Leistungsdaten, die über die Stärken und Schwächen des Lieferanten informieren.

Abschließend sei noch auf das von Colberg et al. beschriebene Beziehungsmanagementsystem *competes* der Bosch-Gruppe hingewiesen, dessen wesentlicher Teil die Lieferantenauswahl und Lieferantenbewertung darstellt [Vgl. CoHK2000, 58f]. Eine detaillierte Beschreibung der Kriterien und des eingesetzten Verfahrens findet sich jedoch nicht.

### 3.2.5 Würdigung der Lieferantenbewertungsverfahren und -kriterien

Wie aus den Ausführungen im vorigen Abschnitt ersichtlich wird, gibt es eine Vielzahl von Lieferantenbewertungsverfahren. Welches Verfahren für ein Unternehmen geeignet ist, hängt von der jeweiligen Beschaffungsstrategie und der jeweiligen Beschaffungssituation ab. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist der geplante Schwerpunkt des Einsatzes: liegt der Fokus mehr auf der Lieferantenauswahl oder der Lieferantenentwicklung oder sollen beide Aufgaben gleichermaßen unterstützt werden? Es gibt Verfahren, die die Bewertungen für einen Lieferanten auf eine Gesamtkennzahl oder Gesamtnote verdichten. Diese Verfahren (z. B. Kennzahlenverfahren, Punktbewertungsverfahren oder Scoring-Model) sind besonders geeignet für ein weitgehend automatisches Ranking der Lieferanten. Andere Verfahren visualisieren die Ergebnisse in Kurven oder Diagrammen (z. B. die Profilanalyse oder die Faktorenanalyse), wobei ein Lieferantenvergleich nicht numerisch sondern graphisch durchgeführt werden kann. Betrachtungen zu strategischen Aspekten und die Ableitung von Handlungsempfehlungen (insbesondere zur Lieferantenentwicklung) werden von typologiebezogenen Verfahren unterstützt (z. B. die Lieferantentypologie).

Beim Aufbau eines Lieferantenbewertungssystems, das durchaus mehrere der aufgeführten Verfahren einbeziehen kann, sollte ein Unternehmen darauf achten, dass dieses System sowohl von den eigenen Mitarbeitern als auch von den Lieferanten akzeptiert wird. Hierzu erscheint es sinnvoll und notwendig, dass folgende Merkmale erfüllt werden:

- **Einfachheit:** Sowohl die zur Bewertung herangezogenen Kriterien als auch die jeweiligen Bewertungsstufen sollen einfach und übersichtlich sein. Auf eine ebenfalls übersichtliche Anzahl von Kriterien ist zu achten, gegebenenfalls sind Unterhierarchien zu bilden.
- **Messbarkeit:** Bei der Festlegung des Kriterienkatalogs zur Bewertung sollte auch beschrieben sein, wie die einzelnen Kriterien gemessen werden. Insbesondere bei der qualitativen Bewertung ist die Angabe eines Bewertungsschemas auch im Hinblick auf möglichst hohe Objektivität unerlässlich.
- **Objektivität:** Die Bewertung von quantitativen Kriterien soll weitestgehend automatisch durchgeführt werden, qualitative Kriterien werden durch ein einheitliches methodisches Vorgehen bewertet (z. B. eindeutige und einheitliche Benotungsstufen)

- **Transparenz:** Einbeziehung aller relevanten Bereiche im Unternehmen (nicht nur die Beschaffung) und Offenlegung der Kriterien und der Verfahren sowohl intern als auch extern (gegenüber den Lieferanten)
- **Anpassbarkeit und Flexibilität:** Änderungen im Kriterienkatalog (insbesondere z. B. bei der Gewichtung von Kriterien) sollten ohne Änderung im Verfahren möglich sein.

Aufgrund der gestiegenen Anforderungen an eine Lieferantenbeziehung und der oft großen Abhängigkeit des unternehmerischen Erfolgs von der Leistung dieser Lieferanten erscheint es nicht mehr zeitgemäß, die Auswahl der Lieferanten nur nach dem Preis oder den Kosten zu treffen. Es ist vielmehr angebracht, mehrere Kriterien gleichzeitig zu betrachten, also einen Mehrfaktorenvergleich oder eine multivariate Lieferantenbewertung durchzuführen. Dies kann eine komplexe Aufgabe sein, da es Interdependenzen zwischen diesen Kriterien geben und dazu führen kann, dass nicht immer alle Kriterien gleichermaßen gut zu erfüllen sind. Mit dem Einsatz einer Gewichtung von Kriterien hat das Unternehmen die Möglichkeit, den Kriterien verschiedene Prioritäten einzuräumen und somit das Bewertungsverfahren anhand der eigenen Geschäftsziele zu justieren.

Neben der Vielzahl an Verfahren gibt es auch eine Vielzahl möglicher Kriterien, mit denen eine Lieferantenbeziehung bewertet werden kann. Sowohl Aussagen über eher langfristige, unternehmerische Tendenzen (z. B. Umsatzzahlen, Mitarbeiterzahlen, Innovationskraft) als auch Aussagen zu der Lieferleistung bei einzelnen Lieferungen (z. B. Termintreue, Mengentreue, Qualität) sind möglich. Dabei lassen sich die quantitativen Kriterien (z. B. Kosten, Qualität, Logistik) meist einfacher operationalisieren, als die qualitativen Kriterien (z. B. Vertrauen, Zufriedenheit und Commitment). Dennoch ist zu berücksichtigen, dass in der unternehmerischen Praxis die qualitativen Kriterien (z. B. die subjektiven Beziehungen zwischen Einkäufer beim Unternehmen und Verkäufer beim Lieferanten) im operativen Beschaffungsfall durchaus eine gewichtige Rolle spielen können und sogar im Einzelfall eine quantitative Bewertung von Lieferanten damit „überstimmt“ wird. Da diese Arbeit sich auf die Formierung von strategischen Liefernetzen konzentriert, kann dieser Gesichtspunkt hier nicht weiter vertieft werden.

Neben der Gewichtung von Kriterien scheint auch eine Hierarchisierung des Kriterienkatalogs ein wichtiger Ansatz zu sein, um ein Lieferantenbewertungssystem übersichtlich zu gestalten. Dabei ist darauf zu achten, dass nicht zu viele Hierarchiestufen eingesetzt werden. Die aus der Praxis vorgestellten Lieferantenbewertungssysteme (z. B. das bei SIEMENS eingesetzte) verwenden maximal 3 Stufen. Einen interessanten Ansatz verfolgt dabei gerade das von SIEMENS verwendete System, welches die Stufen 1 und

2 fest vorgibt, den verschiedenen Geschäftsfeldern allerdings die Möglichkeit gibt, die Kriterien der Stufe 3 individuell zu gestalten. Damit bleibt das Bewertungssystem in seiner Hauptstruktur unternehmensübergreifend einheitlich, ist aber adaptierbar auf die jeweilige geschäftsfeldspezifische Beschaffungsstrategie.

Weder in der Literatur noch in den Praxisbeispielen wird das Merkmal der Vollständigkeit von Kriterien gefordert. Eine objektive Aussage zur Vollständigkeit von Bewertungskriterien scheint es auch gar nicht zu geben. Vielmehr wird im Zusammenhang mit Lieferantenbewertungssystemen meist von einer umfassenden Bewertung gesprochen. Damit bleibt es dem einzelnen Unternehmen und dessen jeweiliger Beschaffungssituation überlassen, den Begriff „umfassend“ unternehmensspezifisch zu definieren und entsprechende Kriterien festzulegen und einzusetzen.

Auch die Bewertungsverfahren lassen sich nach den Gesichtspunkten quantitativ, qualitativ oder in Mischformen aus beiden einteilen. Die rein qualitativen Verfahren stellen die Ergebnisse verbal oder graphisch dar und sind nicht direkt dafür geeignet, Vergleiche von Lieferanten durchzuführen, sind also eher für die Lieferantenentwicklung als für die Lieferantenauswahl zweckmäßig. Allerdings werden diese Verfahren in der Praxis oft zur Vorbereitung von strategischen Entscheidungen herangezogen (z. B. die Portfolioanalyse) und dienen zur Ableitung von langfristigen Handlungsoptionen in Bezug auf ganze Lieferantengruppen. Damit unterstützen sie im Wesentlichen den strategischen Teil der Beschaffungsfunktion bei der langfristigen Planung von Lieferantenportfolios und bei der Ausarbeitung, Umsetzung und Kontrolle von Lieferantenstrategien.

Quantitative Verfahren (dies gilt auch für die Mischformen mit quantitativem Schwerpunkt) lassen sich normalerweise gut operationalisieren und weitgehend automatisieren. Sie unterstützen sowohl den strategischen als auch den operativen Einkauf und werden in der Praxis für die Lieferantenauswahl sowie als Basis für eine Lieferantenentwicklung bzw. Lieferantenqualifizierung eingesetzt. Besonders beim Vergleich von Lieferantenleistungen ist ein Verfahren hilfreich, welches die Bewertungsergebnisse in eine Kennzahl verdichtet (z. B: Index oder Gesamtpunktzahl), mit deren Hilfe dann sehr einfach eine Rangliste der Lieferanten erstellt werden kann. Bei der Lieferantenentwicklung wird mit der Kennzahl eine Gruppierung des Lieferanten vorgenommen, anhand derer dann Handlungsoptionen abgeleitet werden.

Gewichtete Punkt- bzw. Notenbewertungsverfahren finden im deutschsprachigen Raum sowohl in der Praxis [Vgl. Jank2004, S. 158-173] als auch in der Literatur zur multivariaten Lieferantenbewertung [Vgl. Glant1994, S. 51f] die meiste Beachtung und schei-

nen am besten die Anforderungen und Merkmale, die an ein Lieferantenbewertungsverfahren gestellt werden, zu erfüllen.

Die in dieser Arbeit als jüngere bzw. innovative Ansätze gruppierten Verfahren sind in Bezug auf ihre praktische Relevanz etwas schwieriger zu fassen. Die Balanced Scorecard hat sich als Werkzeug im Unternehmenscontrolling bereits einen festen Platz verschafft und ist sicherlich in der hier vorgestellten Form für die Lieferantenentwicklung ein probates Mittel. Für die Lieferantenauswahl ist sie eher ungeeignet. Die Ratingmatrix liefert zwar auch den Ansatz eines gewichteten Notenbewertungsverfahrens, hat aber den Nachteil, dass es zunächst keine Hierarchisierung in den Kriterien zulässt. Mit dem Fuzzy-Logik Ansatz wird flankierend versucht, Unschärfen und Überschneidungen in Kriterien zu fassen und zu berücksichtigen. Janker hat sich mit seinem Vorschlag zum Einsatz der Faktorenanalyse bei der Lieferbewertung zum Ziel gesetzt, die Defizite der bisher bekannten Verfahren zu beseitigen und ein vielseitiges und leistungsfähiges Verfahren zu entwickeln [Vgl. Jank2004, S. 176]. Dieser Nachweis ist in der Praxis noch zu erbringen, allerdings erscheint das Verfahren, insbesondere was die Faktorenbildung und die graphische Interpretation der Ergebnisse betrifft, sehr komplex und nicht einfach zu verstehen. Speziell im Hinblick auf die Merkmale Einfachheit und Transparenz sind Zweifel an einer weiten praktischen Verbreitung angebracht. Eine umfangreiche IT-Unterstützung ist hierbei unbedingt erforderlich.

Im angelsächsischen Raum sind die Verfahren, die zur Gruppe der „linear weighting models“ zählen, weit verbreitet. Dies erscheint nicht unbedingt verwunderlich, sind sie doch sehr ähnlich den bereits erwähnten Punkt- oder Notenbewertungsverfahren im deutschsprachigen Raum. Dagegen scheinen die Verfahren der „mathematical programming models“ einen akademischen Charakter zu haben und im praktischen Einsatz noch eher unbedeutend zu sein.

Um nun die vorgestellten Lieferantenbewertungskriterien und -verfahren im Hinblick auf den Einsatz bei der Bewertung von strategischen Liefernetzen beurteilen zu können, sollen zunächst Merkmale definiert werden, anhand derer eine sinnvolle Betrachtung überhaupt möglich ist. Mit der Evaluierung der strategischen Liefernetze wird primär das Ziel verfolgt, mehrere potentielle Liefernetze in ihrer Leistungsfähigkeit zu vergleichen und eine Rangliste der Liefernetze zu erstellen, um damit die Auswahlentscheidung des fokalen Unternehmens zu unterstützen. Das Hauptaugenmerk liegt also auf der Auswahl der Liefernetze analog zur Lieferantenauswahl. In der Praxis können solche Liefernetze komplexe Gebilde darstellen, die sich über mehrere Ebenen erstrecken und eine Großzahl von Unternehmen (Knoten) umfassen. Es kann deshalb nicht davon ausgegangen werden, dass bei jedem Lieferanten im Liefernetz ein einheitliches Lieferan-

tenbewertungssystem zum Einsatz kommt, dessen Bewertungsergebnisse abgegriffen und zum fokalen Unternehmen hin verdichtet werden können. Vielmehr ist es notwendig, insbesondere im Hinblick auf die Auswahl der Kriterien, darauf zu achten, dass die Kriterien automatisch bewertet werden können (z. B. auf Basis von historischen Daten, die im jeweiligen ERP-System des Liefernetzknotts verfügbar sind). In Kapitel 3.3 folgen hierzu noch detaillierte Ausführungen.

Aus den besagten Gründen ergeben sich folgende Merkmale bzw. Anforderungen, die an Bewertungskriterien zur Liefernetzevaluierung gestellt werden:

- **Automatisierbarkeit:** Die Bewertung der Kriterien soll automatisch durchführbar sein. Entsprechendes Ausgangsdatenmaterial muss im jeweiligen Liefernetzknott vorhanden sein.
- **Bewertung der Lieferleistung:** Die Kriterien sollen geeignet sein, die vom Liefernetz zu erwartende Lieferleistung darzustellen. Die Lieferleistung wird dabei bestimmt durch Leistungsparameter (z. B. Produktqualität, Mengentreue, Termintreue) des gesamten Liefernetzes.
- **Transparenz:** Der Bewertungsmaßstab bzw. der Bewertungsalgorithmus sollen offen liegen.

Wichtig erscheint, dass geeignete Lieferantenbewertungsverfahren zur Evaluierung von Liefernetzen die automatische Generierung einer Rangliste unterstützen.

<b>Ausprägung</b> <b>Anforderung</b>	<b>+</b> <b>(trifft zu)</b>	<b>0</b> <b>(trifft bedingt zu)</b>	<b>-</b> <b>(trifft nicht zu)</b>
Generierung Rangliste	Ergebnis des Verfahrens kann automatisch zur Generierung einer Rangliste eingesetzt werden	Ergebnis des Verfahrens kann durch geringen zusätzlichen (auch manuellen) Aufwand zur Erzeugung einer Rangliste eingesetzt werden	Ergebnis ist ungeeignet für die Erstellung einer Rangliste
Hierarchische Multi-Kriterien	Verfahren verwendet mehrere Kriterien, die hierarchisch strukturiert sein können	Verfahren verwendet mehrere Kriterien ohne hierarchische Struktur	Verfahren verwendet nur ein Kriterium
Gewichtung der Kriterien	Verfahren unterstützt die Gewichtung von Kriterien in allen Hierarchieebenen	Verfahren unterstützt die Gewichtung nur auf der höchsten Hierarchieebene	Verfahren unterstützt die Gewichtung von Kriterien nicht
Automatisiertes Verfahren	Verfahren ist durch IT Unterstützung voll automatisierbar	Verfahren ist durch IT Unterstützung teilautomatisierbar	Verfahren ist nicht automatisierbar

**Tab. 3.28 Anforderungen und Ausprägungen zur Bewertung der Eignung von Verfahren**



Die Evaluierung der Liefernetze sollte auf Basis von Mehrfachfaktoren möglich sein, die wiederum hierarchisch aufgebaut sein können. Zur Abbildung von Prioritäten für bestimmte Kriterien muss das Verfahren eine Gewichtung der Kriterien unterstützen. Eine weitgehend automatisierte Durchführung der Evaluierung ist zu fordern. Die Anforderungen und die jeweiligen Ausprägungen zur Bewertung der Eignung von Lieferantenbewertungsverfahren zur Evaluierung von Liefernetzen sind in Tab. 3.28 dargestellt.

Die Automatisierbarkeit eines Verfahrens hängt sehr stark von der Automatisierbarkeit der Kriterien ab. Bei der Einordnung des Verfahrens sollen deshalb Kriterien zugrunde gelegt werden, deren Bewertung automatisierbar ist (z. B. durch Auswertung von Daten in ERP oder Business Intelligence Systemen).

<b>Anforderung</b> <b>Verfahren</b>	<b>Hierarchische Multi-Kriterien</b>	<b>Gewichtung der Kriterien</b>	<b>Generierung Rangliste</b>	<b>Automatisiertes Verfahren</b>
Preis-Entscheidungsanalyse	-	-	-	0
Kosten-Entscheidungsanalyse	-	-	0	0
Bilanzanalyse	-	-	-	-
Optimierungsverfahren	0	0	+	+
Kennzahlenverfahren	0	0	+	+
Checklisten-Verfahren	+	0	-	-
Portfolioanalyse	0	0	-	-
Notensystem-Verfahren	+	-	0	-
Punktbewertungs-Verfahren	+	+	0	+
Matrix-Approach	+	+	0	+
Nutzwertanalyse	0	+	+	+
Lieferantentypologien	0	0	0	+
Profilanalyse	0	-	-	0
Lieferanten-Gap-Analyse	0	-	-	0
Balanced-Scorecard	0	-	-	0
Fuzzy Logic Ansatz	0	0	0	-
Ratingmatrix	+	+	+	+
Faktorenanalyse	+	+	0	+
Linear weighting models	+	+	+	+
Activity Based Costing	-	-	0	+
Lieferanten Quality Function Deployment	+	+	0	0

**Tab. 3.29 Beurteilung der Eignung der Lieferantenbewertungsverfahren**

Aus Tab. 3.29 wird ersichtlich, dass es Verfahren gibt, die die Anforderungen an eine Evaluierung von Liefernetzen erfüllen. Insbesondere die Ratingmatrix und die Ansätze in den „linear weighting models“ sind hier hervorzuheben. Aber auch die Punktbewertungs-Verfahren, der Matrix-Approach, die Nutzwertanalyse und die Faktorenanalyse können als Basis für ein Liefernetzevaluierungsverfahren in Betracht gezogen werden.

Auf Basis dieser Analyse zu Lieferantenbewertungskriterien und –verfahren werden nun im folgenden Abschnitt Bewertungskriterien und ein Bewertungsverfahren dedu-

ziert, die für die Evaluierung von ganzen Liefernetzwerken geeignet sind und mit denen eine Rangliste von Liefernetzwerken zur Unterstützung einer Auswahlentscheidung erzeugt werden kann.

### **3.3 Evaluierung von strategischen Liefernetzen**

Der Identifikationsprozess (wie in 2.3 beschrieben) hat aufgrund eines Bedarfes mehrere strategische Liefernetze ermittelt, die für die Bedarfserfüllung in Frage kommen. Das fokale Unternehmen steht nun vor der Entscheidung festzulegen, mit welchem dieser Liefernetze zusammengearbeitet werden soll. Diese Entscheidung wird von verschiedenen Faktoren beeinflusst:

- Von der Beschaffungsstrategie: Hierzu zählen z. B. Vorgaben für single vs. multiple sourcing oder für die Größe und Ausdehnung von Liefernetzen
- Von der Beschaffungssituation: Gibt es z. B. für das zu beschaffende Produkt interne Pufferlager oder wird das Produkt in einem „Just-In-Time“ oder „Just-In-Sequence“ Ansatz verarbeitet? Weitere wichtige Faktoren sind die zu erwartende Lieferzeit und die anfallenden Beschaffungskosten.
- Von der zu erwartenden Lieferleistung: Die Lieferleistung wird determiniert durch Leistungsparameter wie Termintreue, Mengentreue oder Produktqualität.

Dabei beschreibt die Beschaffungsstrategie die allgemeinen Rahmenbedingungen, innerhalb derer sich die Beschaffung im Unternehmen abspielt. Die Rahmenbedingungen gelten somit für alle Beschaffungsvorgänge. Die Beschaffungssituation ist jedoch auf den einzelnen Beschaffungsvorgang bezogen und betrachtet die Faktoren, die damit individuell einhergehen, wie z. B. Kosten oder Lieferzeit. In der Regel sind hierbei keine historischen Daten notwendig, sondern nur die konkrete Beschreibung des Bedarfs (Menge in einem bestimmten Zeitraum).

Die Leistungsparameter eines Liefernetzes ergeben sich aus den Leistungsparametern der einzelnen Knoten im Netzwerk. Zur Auswahl der maßgebenden Leistungsparameter wird auf den in Kap. 3.2.1 besprochenen, quantitativen Bewertungskriterien aufgebaut, um davon die Kriterien zur Bewertung von Liefernetzen abzuleiten. Eine wichtige Voraussetzung für die Messbarkeit dieser Kriterien ist das Vorhandensein von historischen, operativen Lieferdaten. Ein bereits in den einzelnen Knoten des Liefernetzes eingesetztes Lieferantenbewertungsverfahren kann das Bereitstellen von Bewertungsdaten vereinfachen.

Es gibt es eine Vielzahl an Bewertungskriterien, mit denen Lieferantenbeziehungen evaluiert werden können. Der Anspruch dieser Arbeit besteht nicht darin, diese umfassend auf die Bewertung von Liefernetzen zu transformieren. Vielmehr geht es darum, einen Basissatz von Kriterien zu identifizieren und anhand dessen ein Liefernetzbewertungssystem aufzubauen, mit dem das fokale Unternehmen in die Lage versetzt wird, eine automatisierbare, qualifizierte Auswahl von Liefernetzen zu treffen. Deshalb werden im nächsten Abschnitt zunächst die Kriterien beschrieben, die zu diesem Basissatz gerechnet werden.

### **3.3.1 Kriterien für die Liefernetzbewertung**

Zum Basiskriteriensatz zur Beurteilung von Liefernetzen zählen sowohl Kriterien, die die Beschaffungssituation beschreiben (Beschaffungszeit, Beschaffungskosten), als auch Kriterien, die die Lieferleistung determinieren (Produktqualität, Termintreue, Mengentreue). Darüber hinaus soll noch die Größe und Ausdehnung des Netzwerkes (Liefernetzgröße, Liefernetzausdehnung) Berücksichtigung finden.

Die Kriterien werden in diesem Abschnitt sowohl verbal als auch formal beschrieben. Basis für die formale Beschreibung ist die in Kapitel 2.2.2 aufgezeigte formale Darstellung eines Liefernetzes als endlicher schlichter gerichteter Graph. Es wird auch darauf eingegangen, in welcher Weise die zur Messung der Kriterien benötigten Daten erfasst und ausgewertet werden können.

#### *Beschaffungskosten*

Die Beschaffungskosten sind gleichbedeutend mit dem in Kapitel 3.2.1 dargelegten Kriterium Kosten. Es geht dabei um die Ermittlung der Gesamtkosten, die für das fokale Unternehmen in der jeweiligen Beschaffungssituation (konkreter Bedarf) entstehen. Im Prinzip gibt es bei der Kalkulation der Gesamtkosten im Liefernetz zwei unterschiedliche Ansätze:

- Ermittlung der Einzelkosten der Knoten und der Kanten und Berechnung der Gesamtkosten durch Aufsummieren aller Einzelkostenelemente
- Rekursive Ermittlung der Kosten als Teilsumme in jedem Knoten

Diese beiden verschiedenen Vorgehensweisen sollen anhand des in Abb. 3.32 dargestellten Beispiels eines Liefernetzes erläutert werden.

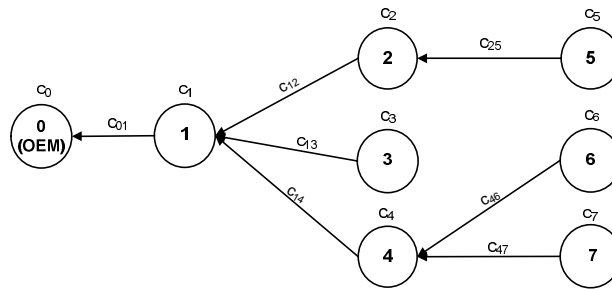


Abb. 3.32 Ermittlung der Beschaffungskosten

Zunächst wird davon ausgegangen, dass sich alle Kosten in einem Knoten  $j$  zu einem Wert  $c_j$  summieren lassen. Des Weiteren lassen sich alle Kosten zwischen zwei Knoten  $i$  und  $j$  zu einem Wert  $c_{ij}$  aggregieren. Mit diesen Annahmen ergeben sich die Gesamtkosten  $c_g$  im ersten Ansatz zu:

$$c_g = \sum_{j \in V} c_j + \sum_{[i,j] \in E} c_{ij} \quad (3.1)$$

Um diesen Ansatz anwenden zu können müssen die einzelnen Kostenelemente aller Knoten und Kanten dem fokalen Unternehmen bekannt sein. Darüber hinaus wird davon ausgegangen, dass das Kostenelement  $c_0$  für die spätere Evaluierung von verschiedenen Liefernetzen irrelevant ist, da es in jedem Liefernetz als gleiches Kostenelement erscheint. Aus Gründen der Vollständigkeit sei es aber an dieser Stelle aufgeführt.

Der zweite Ansatz geht von einer rekursiven Ermittlung der Kosten aus. Dabei enthält die Menge  $P(j)$  alle Vorgänger des Knotens  $j$ . Somit ergeben sich die Gesamtkosten  $c_g(j)$  an einem Knoten  $j$  zu

$$c_g(j) = c_j + \sum_{i \in P(j)} (c_{ij} + c_g(i)) \quad (3.2)$$

Zur Berechnung der Gesamtkosten des Liefernetzes in Abb. 3.32 wird  $j = 0$  gesetzt. Bei diesem Ansatz ist es nicht unbedingt notwendig, dass alle Kostenelemente beim fokalen Unternehmen bekannt sind.

Unter dem Gesichtspunkt der Transparenz aus Sicht des fokalen Unternehmens ist der erste Ansatz zu bevorzugen.

Die Kosten einer Kante ergeben sich im Wesentlichen durch die Transport- und Handlingkosten, die beim Transport eines Gutes vom Warenausgang eines Knotens zum Wareneingang des belieferten Knotens entstehen. In der unternehmerischen Praxis sind diese Kosten dem beschaffenden Unternehmen in der Regel dann bekannt, wenn die entsprechenden Lieferverträge mit dem Lieferanten eine „Belieferung ab Werk“ vorse-

hen. Bei einer „Belieferung frei Haus“ werden die Transport- und Handlingkosten vom Lieferanten übernommen, der dann normalerweise auch in der Lage ist, diese separat auszuweisen. Weiterhin wird davon ausgegangen, dass sowohl das beschaffende Unternehmen, als auch das liefernde Unternehmen die Transport- und Handlingkosten pro Gut/Produkt ermitteln können<sup>18</sup>. Aufgrund der hybriden Grundstruktur des strategischen Liefernetzes liegt es im Verantwortungsbereich des jeweiligen beschaffenden Knotens, die Kosten für die Transportleistungen durch geeignete Maßnahmen zu reduzieren. Das fokale Unternehmen wird hierauf keinen Einfluss nehmen.

Die Kosten eines Knotens repräsentieren die Herstellungskosten, die im Knoten zur Erzeugung des Gutes anfallen. Bei der wiederholten Anfrage eines bestimmten Bedarfs kann dabei gegebenenfalls auf historische Daten zurückgegriffen werden. Bei einem neuen Bedarf bilden oft qualifizierte Schätzungen die Basis für die Betrachtungen. Es wird davon ausgegangen, dass alle Herstellungsnebenkosten in der Gesamtsumme berücksichtigt werden und dass das liefernde/produzierende Unternehmen in der Lage ist, diese Herstellungskosten pro Gut/Produkt zu ermitteln.

Zur Erfassung der Daten wird in jedem Knoten eine Tabelle geführt, die die Herstellungs- und Transportkosten beinhaltet. In Tab. 3.30 ist ein Beispiel für eine solche Tabelle aufgeführt, wie sie im Knoten 4 des Liefernetzes in Abb. 3.32 zu finden ist.

<b>Knoten 4</b>			
<b>Produkt</b>	<b>Knoten</b>	<b>Herstellungskosten</b>	<b>Transportkosten</b>
4		$c_4$	-
6	6	$c_6$	$c_{64}$
7	7	$c_7$	$c_{74}$

**Tab. 3.30** Tabelle Kosten - Kriterium Beschaffungskosten

In diesem Beispiel wird angenommen, dass der Knoten 4 das Produkt 4 selbst herstellt und „Belieferung ab Werk“ erfolgt. Damit fallen für das Produkt 4 keine Transportkosten an. Bei „Belieferung frei Haus“ würden Transportkosten anfallen, die dann auch in die Tabelle einzutragen sind. Dies wiederum würde bedeuten, dass in der Tabelle in Unternehmen 1 das Produkt 4 ohne Transportkosten eingetragen ist, allerdings die Herstellungskosten entsprechend angepasst bzw. erhöht sind.

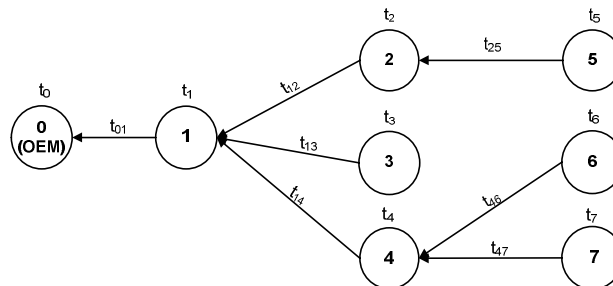
### *Beschaffungszeit*

Die Beschaffungszeit oder Lieferzeit eines Gutes ist die maximale Zeit, die ein Liefernetz braucht, um den angefragten Bedarf zu decken. Diese Beschaffungszeit setzt sich

<sup>18</sup> Die Unternehmen können auch etwaige volumenabhängige Rabatte berücksichtigen, da die Identifikation anhand eines konkreten Bedarfs erfolgt, der sich aus einer bestimmten Menge in einem bestimmten Zeitraum zusammensetzt.

aus Herstellungszeiten in den Knoten und Transportzeiten in den Kanten zusammen. In Abb. 3.33 ist ein Beispiel für ein Liefernetz mit den verschiedenen Zeitelementen dargestellt. Die nachfolgenden Betrachtungen zur Beschaffungszeit gehen von der Annahme aus, dass ein Knoten zunächst alle fremd beschafften Güter geliefert bekommen hat, bevor er mit seiner eigenen Wertschöpfung beginnen kann. Beschaffung und Produktion laufen im Knoten also sequentiell ab. Diese Annahme lässt sich mit dem Ziel begründen, den maximalen Zeitaufwand im Liefernetz zu ermitteln, was wiederum nahe legt, auch die maximalen Zeiten in jedem Knoten zu erfassen.

Im Gegensatz zu den Beschaffungskosten kann bei der Ermittlung der Beschaffungszeit nicht einfach nur die Summe über alle Zeiten gebildet werden. Vielmehr wird die Lieferzeit des Liefernetzes durch den zeitlich längsten Weg - in Analogie zur Netzplantechnik ist dies der kritische Pfad der Zeit - im Liefernetz gebildet. Im Beispiel in Abb. 3.33 ergeben sich vier Wege: 0-1-2-5, 0-1-3, 0-1-4-6 und 0-1-4-7. Für jeden dieser Wege muss nun die Summe aller Herstellungs- und Transportzeiten gebildet werden. Der Weg mit der längsten Lieferzeit bestimmt dann die gesamte Lieferzeit des Liefernetzes.



**Abb. 3.33 Ermittlung der Beschaffungszeit**

Formal lässt sich damit die Beschaffungszeit folgendermaßen ermitteln:

Mit  $WL$  sei die Menge aller Wege im Liefernetz beschrieben.  $wl \in WL$  sei ein bestimmter Weg, wobei  $V(wl)$  alle Knoten dieses Weges beschreibt und  $E(wl)$  alle Kanten. Die Beschaffungszeit  $t_{wl}$  eines Weges lässt sich nun als Summe aller Zeitelemente auf diesem Weg berechnen zu:

$$t_{wl} = \sum_{j \in V(wl)} t_j + \sum_{[i,j] \in E(wl)} t_{ij} \quad (3.3)$$

Wie bei der Betrachtung der Beschaffungskosten gilt auch hier, dass die Herstellungszeit  $t_0$  beim OEM (Knoten 0) bei der Evaluierung von verschiedenen Liefernetzen immer dieselbe ist und damit eigentlich redundant. Aus Gründen der Vollständigkeit soll diese Zeit an dieser Stelle jedoch berücksichtigt werden.

Zur Bestimmung der Beschaffungszeit  $t_g$  des gesamten Liefernetzes wird nun die maximale Beschaffungszeit aus den Beschaffungszeiten aller Wege bestimmt durch:

$$t_g = \max \{ t_{wl} : wl \in WL \} \quad (3.4)$$

Das Zeitelement in einem Knoten repräsentiert die Summe aller Zeiten, die für die Herstellung des jeweiligen Produktes benötigt werden. Im Herstellungsprozess können sehr unterschiedliche Teilzeiten auftreten, wie z. B. Fertigungszeiten an Maschinen, Warte- oder Pufferzeiten vor Maschinen oder Lagerzeiten. Bei einem wiederholten Bedarf sind diese Zeiten in der Regel bekannt bzw. aus historischen Daten ermittelbar. Bei einem neuen Bedarf wird die geplante Herstellungszeit durch entsprechende Planungsprozesse ermittelt. In der unternehmerischen Praxis kann also davon ausgegangen werden, dass die Herstellungszeit, die sich für einen bestimmten Bedarf ergibt, im jeweiligen Knoten bestimmbar ist.

Das Zeitelement an einer Kante beschreibt die Summe aller Zeiten, die für den Transport eines Gutes oder Produktes zwischen zwei Knoten benötigt wird. Diese Transportzeit setzt sich ebenfalls aus verschiedenen Teilzeiten zusammen, wie z. B. Zeiten für die Überführung, Zeiten für Zwischenlagerung oder Zeiten für Transportmittelwechsel.

In der Praxis muss allerdings davon ausgegangen werden, dass die Lieferzeit eines Produktes, die ein beschaffendes Unternehmen bis zum Eintreffen des Produktes zu warten hat, sowohl die Transportzeit zwischen dem beschaffenden und dem liefernden Unternehmen als auch die Herstellungszeit beim Lieferanten einschließt (siehe Tab. 3.31). Deshalb sind die einzelnen Zeitelemente der Kanten, die für die Berechnung nach 3.3 explizit vorliegen sollten, nicht direkt verfügbar, sondern müssen berechnet werden. Zum Einsatz kommt nun eine alternative Berechnungsmethode zur Ermittlung der Beschaffungszeit des Liefernetzes, die auf folgendem rekursiven Ansatz beruht:

$$lz_j = (t_{ij} + t_j + \max \{ lz_k : k \in P(j) \} : j \in P(i)) \quad (3.5)$$

Die Lieferzeit  $lz_j$  eines Knotens  $j$ , der Vorgänger des Knotens  $i$  ist, bestimmt sich aus der Summe der Transportzeit  $t_{ij}$  zwischen Knoten  $j$  und Knoten  $i$ , der Herstellungszeit  $t_j$  in Knoten  $j$  und dem Maximum aus den Lieferzeiten  $lz_k$  aller Vorgängerknoten  $P(j)$  von  $j$ . Damit lässt sich die Beschaffungszeit  $t_g$  des Liefernetzes ermitteln zu:

$$t_g = t_{01} + t_1 + \max \{ lz_j : j \in P(1) \} \quad (3.6)$$

Die Zeit  $t_g$  gibt dabei an, wie lange das Liefernetz (siehe Beispiel in Abb. 3.33) braucht, um das Produkt 1 am Wareneingang des OEM (Knoten 0) bereitzustellen.

Knoten 4			
Produkt	Knoten	Herstellungszeit	Lieferzeit
4		$t_4$	-
6	6	-	$lz_6$
7	7	-	$lz_7$

Tab. 3.31 Tabelle Zeiten - Kriterium Beschaffungszeiten

Um die Daten zur Beschaffungszeit erfassen zu können, wird vergleichbar zu den Beschaffungskosten in jedem Knoten eine weitere Tabelle gepflegt, die sowohl die Herstellungszeit für die eigene Wertschöpfung als auch die Lieferzeiten für die beschafften Produkte führt. In Tab. 3.31 ist ein Beispiel für diese Tabelle für das Liefernetz aus Abb. 3.33 aufgeführt.

Um nun die für die Berechnung nach 3.3 notwendigen Transportzeiten aus diesen Tabellen extrahieren zu können, müssen die Tabellen der jeweiligen Vorgängerknoten des beschaffenden Unternehmens zugänglich sein. Dies soll an folgendem Beispiel erläutert werden:

Tab. 3.31 zeigt die Zeiten, wie sie in Knoten 4 geführt werden. Daraus ist zu entnehmen, dass Produkt 6 von Knoten 6 beschafft wird und dass die Lieferzeit  $lz_6$  beträgt. Äquivalent zu Tab. 3.31 gibt es eine Tabelle in Knoten 6, die allerdings nur einen Eintrag für Produkt 6 enthält, da Knoten 6 ein Endknoten im Netz nach Abb. 3.33 darstellt (siehe Tab. 3.32).

Knoten 6			
Produkt	Knoten	Herstellungszeit	Lieferzeit
6		$t_6$	-

Tab. 3.32 Tabelle Zeiten eines Endknotens im Liefernetz

Werden nun beide Tabellen zusammenbetrachtet, so kann die Transportzeit  $t_{46}$  zwischen Knoten 4 und Knoten 6 berechnet werden zu:  $t_{46} = lz_6 - t_6$ . Allgemein lässt sich diese Berechnung darstellen als:

$$t_{ij} = (lz_j^i - t_j^j : i \in V, j \in P(i)) \quad (3.7)$$

Die Berechnung dieser Zeitelemente kann sowohl in jedem Knoten als auch beim OEM durchgeführt werden.

Die bisher betrachteten Kriterien Beschaffungskosten und Beschaffungszeit haben einen direkten Bezug zu einem konkreten Bedarf. Um die zu erwartende Lieferqualität des Liefernetzes einschätzen zu können, sind weitere Kriterien notwendig, die die bisherige Lieferleistung der Liefernetzknotten berücksichtigen. Hierzu zählen die Produktqualität, die Termintreue und die Mengentreue, die im weiteren Verlauf dieses Abschnitts be-



sprochen werden. Es werden Faktoren eingeführt, die, auf Basis von historischen Lieferdaten, die Lieferleistung repräsentieren. Für neue Liefernetzknotten, für die noch keine historischen Daten zur Verfügung stehen, wird eine Vorgehensweise vorgeschlagen, die es ermöglicht, diese Knotten dennoch in die Bewertung des Liefernetzes aufzunehmen.

### *Produktqualität*

Die Qualität eines beschafften Produktes bestimmt, ob dieses Produkt in der weiteren Wertschöpfung des Unternehmens eingesetzt werden kann oder nicht. Ist die Produktqualität nicht ausreichend, so wird das Produkt, je nach Vereinbarung zwischen beschaffendem Unternehmen und Lieferant, z. B. zum liefernden Unternehmen zurückgeschickt und ein Austausch vorgenommen. In einem solchen Fall hat die Produktqualität indirekt negativen Einfluss auf die Herstellungs- bzw. Lieferzeiten im gesamten Liefernetz. Es ist also zu fordern, dass die Produktqualität so hoch wie möglich liegt.

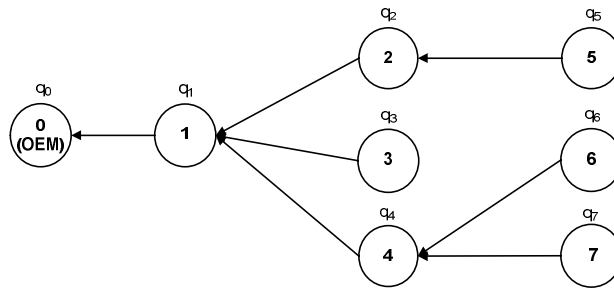
Als Maß für die Produktqualität wird im Kontext dieser Arbeit ein Produktqualitätsfaktor eingeführt, der ein lineares Maß für die Qualität der vom jeweiligen Lieferknoten bisher gelieferten Produkte darstellt. Dieser Produktqualitätsfaktor  $q$  lässt sich wie folgt berechnen:

$$q = \frac{\text{Anzahl akzeptierte Lieferungen}}{\text{Anzahl alle Lieferungen}} \quad (3.8)$$

Der Produktqualitätsfaktor  $q$  ist auf einen Lieferanten bezogen und liegt zwischen 0 und 1, wobei 1 den idealen Wert darstellt.  $q$  kann dahingehend verfeinert werden, dass anstatt der Lieferungen die feinere Granularität der Lieferpositionen verwendet wird. Auch besteht natürlich die Möglichkeit, einen produktspezifischen Qualitätsfaktor für jeden Lieferanten zu führen. Für die Betrachtungen in dieser Arbeit soll es genügen, mit einem generellen Produktqualitätsfaktor pro Lieferant zu arbeiten.

Wie lässt sich nun die Produktqualität eines Liefernetzes aus den Produktqualitätsfaktoren der einzelnen Liefernetzknotten ermitteln? Es wird angenommen, dass die Produktqualität des Liefernetzes durch den Liefernetzknotten mit dem niedrigsten Produktqualitätsfaktor determiniert wird.

Weiterhin wird nicht unterschieden, ob das Qualitätsproblem ursächlich durch den Transport oder durch eine fehlerhafte Herstellung verursacht wird. Deshalb werden keine separaten Qualitätsfaktoren für Kanten eingeführt. Zur weiteren Verfeinerung des vorgestellten Ansatzes kann dies in einem späteren Schritt nachgeholt werden, soll aber nicht Bestandteil dieser Arbeit sein.



**Abb. 3.34 Ermittlung der Produktqualität**

Wie in Abb. 3.34 an einem Beispiel dargestellt lässt sich mit diesen Annahmen der Produktqualitätsfaktor  $q_g$  eines gesamten Liefernetzes folgendermaßen bestimmen:

$$q_g = \min \{ q_j : j \in V \wedge j \neq OEM \} \quad (3.9)$$

Es werden die Produktqualitätsfaktoren aller Liefernetzknotten in die Berechnung mit einbezogen mit Ausnahme des OEM's, da es um die Bewertung und Evaluierung des Liefernetzes gerade aus der Sicht des OEM geht.

Der Produktqualitätsfaktor beurteilt die Qualität eines Liefernetzknottes aus der Sicht eines beschaffenden Knottes. In diesem Sinne sind alle Knotten des Liefernetzes beschaffende Knotten mit Ausnahme der Endknotten<sup>19</sup>, die keine Vorgängerknotten mehr haben. Somit wird in jedem Knotten eine Tabelle gepflegt, in der für jeden Vorgänger im Liefernetz ein Produktqualitätsfaktor hinterlegt ist, der in regelmäßigen Abständen (zeitlich oder durch den Wareneingang gesteuert) angepasst wird. In Tab. 3.33 ist ein Beispiel für eine solche Tabelle zum Produktqualitätsfaktor aufgeführt, die sich auf das in Abb. 3.34 dargestellte Liefernetz bezieht.

Knotten 1	
Knotten	Produktqualitätsfaktor
2	$q_2$
3	$q_3$
4	$q_4$

**Tab. 3.33 Tabelle Produktqualitätsfaktor**

Damit können alle Daten für die in 3.9 beschriebene Berechnung aus den Tabellen in den Liefernetzknotten extrahiert werden.

Zur Ermittlung des so definierten Produktqualitätsfaktors sind historische Lieferdaten notwendig. Es kann allerdings nicht davon ausgegangen werden, dass diese historischen

<sup>19</sup> Im Graphen bezeichnet man die Endknotten auch als Blätter. Im Sinne der Erzeugnisstruktur eines Produktes repräsentieren die Endknotten diejenigen Unternehmen, die ihre Leistung ohne Zulieferung von Leistungen anderer Unternehmen erbringen.

Daten immer verfügbar sind, insbesondere z. B. bei der Einbeziehung von neuen Lieferknoten. Zur Handhabung einer solchen Situation sind zwei Vorgehensweisen denkbar:

- Neue Lieferknoten werden zunächst wie ideale Lieferanten mit  $q = 1$  behandelt. Sie haben somit keinen direkten Einfluss auf die Bestimmung des Produktqualitätsfaktors des gesamten Liefernetzes
- Neue Lieferanten werden mit einem bestimmten Produktqualitätsfaktor betrachtet, der sich z. B. aus einer vorgegebenen Konstante oder aus dem Durchschnitt aller Produktqualitätsfaktoren der anderen Vorgängerknoten eines beschaffenden Lieferknotens ergibt.

Mit den ersten Lieferungen des neuen Lieferknotens kann dann der Produktqualitätsfaktor entsprechend angepasst werden. Im weiteren Verlauf dieser Arbeit wird der erste Ansatz verfolgt indem neue Lieferanten zunächst als ideale Lieferanten betrachtet werden.

### *Termintreue*

Ein weiterer wichtiger Einflussfaktor bzgl. der Lieferqualität ist die Termintreue. Die Termintreue gibt dabei an, ob die Lieferung eines Produktes auch zu dem Zeitpunkt erfolgt, der vom Lieferanten bzw. Liefernetzknote im Bestellprozess bestätigt wurde. Die bestätigte Lieferzeit ist die Basis für die Berechnungen und Betrachtungen in Bezug auf das Kriterium Beschaffungszeit. Eine Lieferverzögerung in einem Liefernetzknote kann zu einer Lieferverzögerung im gesamten Liefernetz führen, insbesondere dann, wenn der entsprechende Liefernetzknote auch gleichzeitig auf dem die Lieferzeit determinierenden Weg (kritischer Pfad der Zeit) liegt.

Analog zur Betrachtung der Produktqualität wird auch hier ein Termintreuefaktor pro Lieferant eingeführt, der auf historischen Lieferdaten aufgebaut ist. Dabei werden die termingerechten Lieferungen allen Lieferungen gegenübergestellt. Als termingerecht werden hierbei auch Lieferungen betrachtet, die vor der bestätigten Lieferzeit erfolgen. Der Termintreuefaktor  $tt$  lässt sich somit folgendermaßen bestimmen:

$$tt = \frac{\text{Anzahl der Lieferungen innerhalb der best. Lieferzeit}}{\text{Anzahl aller Lieferungen}} \quad (3.10)$$

Der Termintreuefaktor hat nach dieser Definition einen Wert zwischen 0 und 1. Die Granularität des Termintreuefaktors kann dadurch verfeinert werden, dass die Berechnung auf Basis von Lieferpositionen erfolgt und nicht nur lieferantenbezogen sondern

zusätzlich noch produktbezogen ausgeführt wird. Es sei auch hier darauf hingewiesen, dass im Rahmen dieser Arbeit auf solche Detaillierungen verzichtet wird und ein auf ganze Lieferungen und Lieferanten bezogener Ansatz verfolgt wird.

Auch beim Termintreuefaktor stellt sich die Frage, wie aus den auf einzelne Liefernetz-knoten bezogenen Werten ein Faktor für das gesamte Liefernetz ermittelt wird. Der Liefernetz-knoten mit dem niedrigsten Termintreuefaktor bestimmt den Termintreuefaktor des Liefernetzes. Die Kanten werden auch hierbei nicht separat behandelt, da es für die Bestimmung des Termintreuefaktors als hinreichend erscheint, wenn die Lieferung als Ganzes betrachtet wird (Kante und liefernder Knoten zusammen). Ein Beispiel für ein Liefernetz mit der Angabe von Termintreuefaktoren zeigt Abb. 3.35

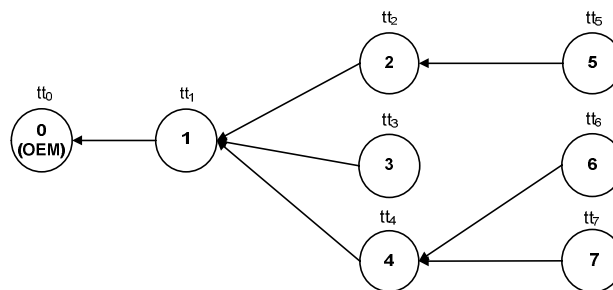


Abb. 3.35 Ermittlung der Termintreue

Der Termintreuefaktor  $tt$  für ein gesamtes Liefernetz lässt sich damit folgendermaßen bestimmen:

$$tt_g = \min \{ tt_j : j \in V \wedge j \neq OEM \} \tag{3.11}$$

Dabei wird aus den Termintreuefaktoren aller Liefernetz-knoten (mit Ausnahme des OEM, dargestellt als Knoten 0 in Abb. 3.35) der niedrigste Wert ermittelt und dem Liefernetz zugewiesen.

Knoten 1	
Knoten	Termintreuefaktor
2	$tt_2$
3	$tt_3$
4	$tt_4$

Tab. 3.34 Tabelle Termintreuefaktor

Um diese Berechnung durchführen zu können, müssen die entsprechenden Daten für die Liefernetz-knoten vorliegen. Die Bewertung der Termintreue basiert auf historischen Lieferdaten und wird vom beschaffenden Unternehmen für alle liefernden Unternehmen durchgeführt. Bis auf die Endknoten (Knoten 5, 6 und 7 im Beispiel in Abb. 3.35) ist

deshalb in allen Liefernetzknotten eine Tabelle erforderlich, wie sie in Tab. 3.34 beispielhaft für Knoten 1 dargestellt ist.

Da es sich bei der Termintreue um einen Wert handelt, der auf Ergebnissen mit bereits erfolgten Lieferungen beruht, gilt es noch anzuführen, wie neue Lieferknotten in diese Berechnungen eingebunden werden können. Hierbei gibt es analog zur Produktqualität zwei mögliche Ansätze:

- Ein neuer Lieferknotten wird zunächst als idealer Lieferant betrachtet, dessen Termintreuefaktor  $tt = 1$  gesetzt wird.
- Ein neuer Lieferant wird mit einem konstanten Wert angesetzt, der z. B. vorher durch den OEM vorgegeben wird oder aus dem Durchschnitt der Termintreuefaktoren der bereits existierenden Liefernetzknottenbewertungen bestimmt wird.

Die ersten Lieferungen des neuen Liefernetzknottens ermöglichen dann eine echte Berechnung des Termintreuefaktors. Auch beim Termintreuefaktor wird im Rahmen dieser Arbeit der erste Ansatz verfolgt und ein neuer Liefernetzknotten zunächst neutral (im Sinne eines idealen Knottens) in die Berechnungen einbezogen.

### *Mengentreue*

Die Mengentreue ist in einer Lieferbeziehung ein Maß dafür, ob die gelieferte Menge mit der ursprünglich bestätigten Menge übereinstimmt. Insbesondere Mengenreduktionen können beim beschaffenden Unternehmen Beeinträchtigungen in der Wertschöpfung hervorrufen und indirekt Einfluss auf andere Leistungsparameter haben, wie z. B. die Lieferzeit. Lieferungen von größeren Mengen sind normalerweise weniger problematisch, können aber durchaus zu Unannehmlichkeiten beim beschaffenden Unternehmen führen (z. B. keine ausreichende Wareneingangsfläche, geringe Zwischenlagerkapazitäten). Aus diesen Gründen wird in der Praxis in der Regel ein „Mengentoleranzfenster“ verwendet, das prozentual angibt, wie viel Prozent Unter- oder Überlieferung noch zulässig sind. Bei der Ermittlung der Mengentreue wird hierauf Bezug genommen, indem die Anzahl der Lieferungen innerhalb der Mengentoleranz in Bezug zu allen Lieferungen gesetzt wird.

Der Mengentreuefaktor  $mt$  eines Liefernetzknottens lässt sich deshalb folgendermaßen berechnen:

$$mt = \frac{\text{Anzahl der Lieferungen innerhalb der Mengentoleranz}}{\text{Anzahl aller Lieferungen}} \quad (3.12)$$

Die Betrachtungen, die im Hinblick auf den Mengentreuefaktor an dieser Stelle zu machen sind, weisen sehr starke Ähnlichkeiten mit den Ausführungen zum Termintreuefaktor auf. Deshalb soll auf eine detaillierte Beschreibung verzichtet werden und nur die wesentlichen Unterschiede, insbesondere in den Berechnungsformeln, dargestellt werden.

In Abb. 3.36 ist ein Beispiel für die Mengentreuefaktoren in einem Liefernetz dargestellt. Der Mengentreuefaktor für das gesamte Liefernetz lässt sich aus den einzelnen Mengentreuefaktoren der Liefernetzknotten folgendermaßen berechnen:

$$mt_g = \min \{ mt_j : j \in V \wedge j \neq OEM \} \quad (3.13)$$

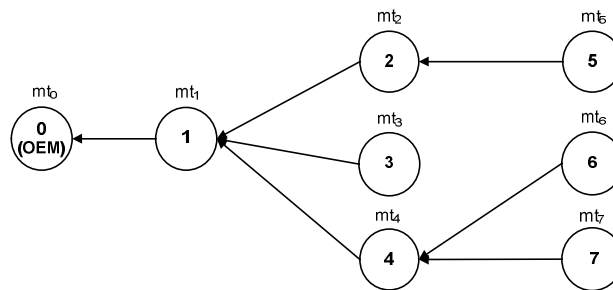


Abb. 3.36 Ermittlung der Mengentreue

Die zur Berechnung benötigten Daten werden wiederum in einer Tabelle in den einzelnen Liefernetzknotten gespeichert. In Tab. 3.35 ist ein Beispiel für eine solche Tabelle dargestellt.

Knoten 1	
Knoten	Mengentreuefaktor
2	mt <sub>2</sub>
3	mt <sub>3</sub>
4	mt <sub>4</sub>

Tab. 3.35 Tabelle Mengentreuefaktor

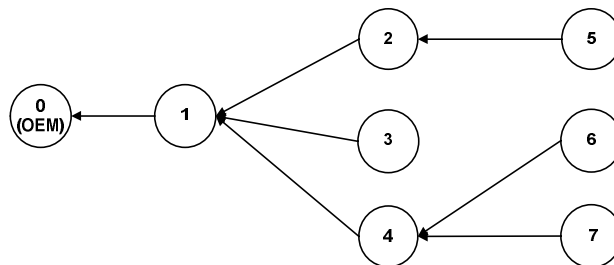
Bei neuen Liefernetzknotten wird analog zu den Ausführungen zum Termintreuefaktor verfahren.

Mit den Kriterien Produktqualität, Termin- und Mengentreue werden Aussagen dazu getroffen, mit welcher Lieferleistung bei dem betrachteten Liefernetz mindestens zu rechnen ist. Dabei wird auf Erfahrungswerte (historische Daten) aus vergangenen Lieferbeziehungen zwischen den einzelnen Liefernetzknotten zurückgegriffen.

## Liefernetzgröße

Ein weiteres Kriterium bei der Beurteilung von Liefernetzen ist die Liefernetzgröße. Dabei bezieht sich der Begriff Größe in erster Linie auf die Anzahl der beteiligten Knoten. Je mehr Knoten in einem Liefernetz vorhanden sind, desto mehr potentielle Fehlerquellen existieren im Netzwerk, seien es Fehler in Herstellungsprozessen oder Fehler in Transportprozessen. Schon aus Gründen der Übersichtlichkeit wird man deshalb bestrebt sein, das Liefernetz so klein wie möglich zu halten. Allerdings haben die einzelnen Liefernetzknotten in einem hybriden Unternehmensnetzwerkansatz nur bedingt Einfluss auf die Anzahl der Knoten. Bedingt deshalb, weil das Netzwerk sehr stark durch die Struktur der Produkte bestimmt ist. Wird viel mit kompletten Systemen und Modulen gearbeitet, die von einem Liefernetzknotten erzeugt werden, so kann das Netzwerk klein und überschaubar gehalten werden. Dies bedeutet in der Regel aber auch eine größere Abhängigkeit von diesen Liefernetzknotten, da es bei einer solchen Spezialisierung wenig Handlungsalternativen gibt. Dies wird im Zusammenhang mit der Identifikation und Behandlung von kritischen Knoten in Kapitel 4 noch detaillierter betrachtet werden. Es soll hier zunächst genügen, das Kriterium der Liefernetzgröße formal zu beschreiben.

Ein direktes Maß für die Liefernetzgröße ist die Anzahl der Knoten im Liefernetz.



**Abb. 3.37 Kriterium Liefernetzgröße**

Das in Abb. 3.37 dargestellte Liefernetz ist wie in Kapitel 2.2.2 dargelegt ein endlicher schlichter gerichteter Graph. Die Anzahl der Knoten in einem solchen Graphen lässt sich einfach durch den Betrag der Menge der Knoten im Graphen bilden. Damit berechnet sich die Anzahl der Knoten in einem Liefernetz folgendermaßen:

$$n_g = |V| - 1 \quad (3.14)$$

Dabei ist  $V$  die Menge aller Knoten des Liefernetzes. Die Korrektur um den Wert 1 ergibt sich durch die Einbeziehung des OEM als Knoten 0 in den Graph des Liefernetzes (siehe Abb. 3.37).

### Liefernetzausdehnung

Neben der reinen Liefernetzgröße ist auch die Liefernetzausdehnung ein Kriterium, welches zur Beurteilung von möglichen erhöhten Lieferrisiken eingesetzt werden kann. Die Betrachtung der Liefernetzausdehnung findet unter unterschiedlichen Gesichtspunkten statt, wie z. B. „global/lokal“ oder „international/national“. „Global“ oder „lokal“ können Parameter sein, die z. B. durch Entfernungskilometer bestimmt werden, „international“ oder „national“ beziehen sich auf Länder- oder Wirtschaftsregionengrenzen (z. B. EU und außerhalb der EU). Des Weiteren kann hierbei auch die Einschätzung der politischen Situation eine Rolle spielen, da der Bezug von Waren aus Krisengebieten mit einem signifikant höheren Lieferrisiko verbunden ist.

Bei der Bewertung von Liefernetzen kann es also durchaus von Interesse sein, zu berücksichtigen, welche Ausdehnung ein Liefernetz hat. Im Rahmen der Evaluation von Liefernetzen, die hier besprochen wird, soll die Ausdehnung zunächst anhand der Parameter national/international festgehalten werden. In der Praxis ist diese Information in der Regel im Lieferantenstamm des beschaffenden Unternehmens hinterlegt und kann entsprechend für die Bewertung herangezogen werden.

Bei der Ausdehnung  $a$  eines Liefernetzknottes handelt es sich somit um einen binären Parameter, da dieser, wie gerade definiert, nur zwei Zustände haben kann: international (z. B.  $a_{\text{int}} = 0,5$ ) und national (z. B.  $a_{\text{nat}} = 1$ )<sup>20</sup>. Die Ermittlung von  $a$  erfolgt aus der Sicht eines beschaffenden Knotens für alle seine Vorgängerknottes. Es ist also angebracht, in jedem Liefernetzknottes (nicht notwendig in den Endknottes) eine Tabelle zu führen, in der vermerkt wird, ob der jeweilige Vorgängerknottes international ist. Für das in Abb. 3.37 illustrierte Beispiel eines Liefernetzes kann sich beispielsweise folgende Tabelle ergeben:

Knoten 1	
Knoten	Ausdehnung
2	$a_2$
3	$a_3$
4	$a_4$

Tab. 3.36 Tabelle Liefernetzausdehnung

Ein Liefernetz wird dann als national betrachtet (Liefernetzausdehnung  $a_g = 1$ ), wenn alle Liefernetzknottes national sind. Ein einziger als international charakterisierter Lie-

<sup>20</sup> Die Festlegung, welche konstanten Werte verwendet werden, wird einheitlich vom OEM vorgegeben. Bevorzugt der OEM nur nationale Liefernetze/Lieferanten, so wird er die Konstante für international auf 0 setzen. Die im Beispiel verwendeten Konstanten sollen die Präferenz von nationalen Liefernetzen/Lieferanten aufzeigen.



fernetzknotten markiert auch das gesamte Liefernetz als international. Dieser Sachverhalt wird durch folgende Berechnung dargestellt:

$$a_g = \begin{cases} a_{nat} & : \text{wenn alle } a_j = a_{nat} \\ a_{int} & : \text{sonst} \end{cases} \quad (j \in V \wedge j \neq OEM) \quad (3.15)$$

Mit diesem Ansatz kann die Liefernetzausdehnung bei der Bewertung von Liefernetzen berücksichtigt werden.

Auf der Grundlage dieses Basissatzes an Kriterien wird in den nächsten Abschnitten eine Methode vorgestellt, die es erlaubt, mit Hilfe dieser Kriterien Liefernetzwerke zu bewerten und in eine Rangfolge zu bringen. Natürlich ist es denkbar, weitere Kriterien auf ihre Transformierbarkeit hin zu untersuchen, vor allem qualitative Kriterien wie z. B. Vertrauen oder Commitment bzw. Loyalität. Damit sei bereits hier auf mögliche weiterführende Forschungen hingewiesen, die auch am Schluss der Arbeit in Kapitel 6 noch einmal zusammengefasst werden.

### 3.3.2 Einführung eines Evaluationsvektors

Der Basissatz an Liefernetzbewertungskriterien umfasst somit Kriterien, die sowohl Elemente in Knoten und auf Kanten haben (Beschaffungskosten, Beschaffungszeit) als auch Kriterien, die nur Elemente in Knoten haben (Produktqualität, Termintreue, Mengentreue). Theoretisch wäre auch ein symmetrischer Ansatz denkbar gewesen, bei dem alle betrachteten Kriterien Elemente sowohl auf Kanten als auch in Knoten aufweisen. Allerdings erscheint dies unter dem Gesichtspunkt einer praktischen Realisierung nicht ratsam, da in den Unternehmen in der Regel bei den beschriebenen Kriterien eine Untergliederung in Kanten- und Knotenelemente nicht durchgeführt wird bzw. von den im Einsatz befindlichen betrieblichen Anwendungssystemen nicht immer unterstützt wird. Diese Vorgehensweise wird im Folgenden beim Aufbau der Evaluierungsvektoren dahingehend berücksichtigt, dass die betroffenen Elemente in den Kantenvektoren zwar vorkommen, aber mit entsprechenden Konstanten neutral in die Algorithmen eingehen werden. Damit bleibt die Evaluierungsmethode flexibel einsetzbar.

Bei der formalen Definition eines Liefernetzes in Kapitel 2.2.2 wurden bereits Parametervektoren für Kanten und für Knoten eingeführt. Diese Vektoren werden im Kontext der Liefernetzevaluierung Evaluierungsvektoren genannt. Die Einführung von Vektoren an dieser Stelle ist sinnvoll und beruht auf der Annahme, dass die Evaluierungskriterien in der Praxis nicht singulär, sondern in Kombinationen auftreten, wie in Kapitel 3.4 noch gezeigt werden wird.

In Abb. 3.38 sind diese Evaluierungsvektoren für zwei Knoten und eine Kante dargestellt.

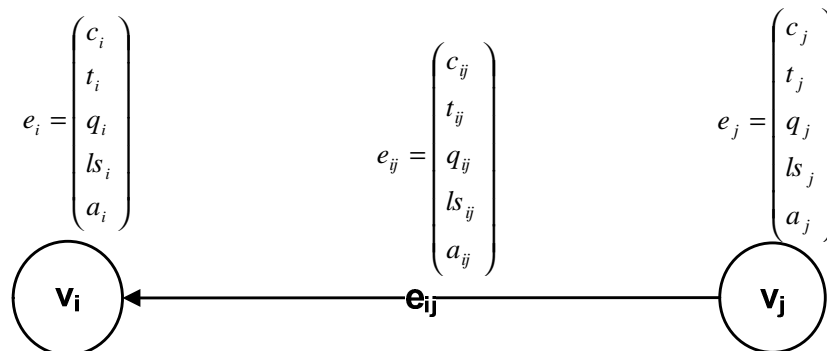


Abb. 3.38 Einführung Evaluierungsvektor

Eine wichtige Anforderung, die an ein Liefernetzbewertungssystem gestellt wird, ist die Unterstützung von hierarchischen Kriterienkatalogen (siehe Kapitel 3.2.5). Obwohl der Basissatz an Kriterien zur Liefernetzbewertung eine kleine Zahl von Kriterien enthält, soll trotzdem am Beispiel der Termin- und Mengentreue gezeigt werden, wie eine solche hierarchische Struktur aufgebaut werden kann. In der Abb. 3.38 ist bereits ein Vektorelement Lieferservice  $ls$  eingeführt. Dieses Element berechnet sich folgendermaßen aus den Termin- und Mengentreuefaktoren:

$$ls_j = \min \{ (tt_j, mt_j) : j \in V \wedge j \neq OEM \} \quad (3.16)$$

Diese Berechnung baut auf der Annahme auf, dass der niedrigste Wert von Termin- und Mengentreue in einem Knoten den Wert des Lieferservice des Knotens determiniert.

Weitere Hierarchiestufen könnten z. B. auch bei der Produktqualität eingeführt werden (z. B. Überprüfen, ob ein Qualitätsmanagementsystem vorliegt und/oder ob es eine Qualitätszertifizierung gibt). Die einzelnen Elemente des Vektors könnten also wiederum Vektoren sein. An dieser Stelle soll dies nicht vertieft werden, wird aber an geeigneter Stelle bei der Beschreibung der Gewichtung von Vektoren noch einmal aufgegriffen.

Damit ergeben sich folgende Elemente im Evaluierungsvektor:

- $c$  – Beschaffungskosten
- $t$  – Beschaffungszeit
- $q$  – Produktqualität
- $ls$  – Lieferservice

- a – Ausdehnung

Es wurde bereits darauf hingewiesen, dass es aufgrund der Definition der Kriterien bei den Evaluierungsvektoren der Kanten Besonderheiten für einzelne Elemente gibt. Dabei werden die betroffenen Elemente mit neutralen Konstanten versehen ( $q_{ij} = 1$ ,  $l_{s_{ij}} = 1$  und  $a_{ij} = 1$ ).

### 3.4 Durchführung der Evaluierung und Auswahl von Liefernetzen

Der Prozess der Evaluierung von Liefernetzen ist nur dann in der Praxis sinnvoll durchführbar, wenn er vollautomatisch ablaufen kann. Bei der möglichen Komplexität von Liefernetzen mit einer großen Anzahl von Knoten über mehrere Ebenen, wie sie z. B. in der Automobilbranche anzutreffen sind, ist es undenkbar, dass manuelle Schritte im Prozess eingefügt sind. Bereits bei der Auswahl des Basissatzes an Kriterien wurde darauf geachtet, dass diese aus den Ausgangsdaten automatisch extrahiert bzw. berechnet werden können. Bei diesen Kriterien handelt es sich im Wesentlichen um Kennzahlen oder Werte, aus denen eine Gesamtkennzahl oder Gesamtsumme gebildet werden kann. Die Evaluierung wird darüber hinaus mehr als ein Kriterium berücksichtigen, wobei, wie später noch aufgezeigt wird, eine Priorisierung bzw. Gewichtung dieser Kriterien durchführbar sein muss. Wie bereits in Kapitel 3.2.5 hergeleitet, bietet sich ein Verfahren für die Liefernetzevaluierung an, das sich sehr stark an die Ratingmatrix oder die Verfahren anlehnt, die unter dem Oberbegriff „Linear weighting models“ zusammengefasst sind.

Das im Rahmen dieser Arbeit vorgeschlagene Verfahren für die strategische Liefernetzevaluierung läuft in vier Schritten ab:

1. Erstellen der Evaluierungsvektoren für die Knoten und Kanten im Liefernetz
2. Erstellung des Evaluierungsvektors für das gesamte Liefernetz aus den Evaluierungsvektoren der Knoten und Kanten
3. Priorisierung der Kriterien durch Definition eines Gewichtungsvektors auf Basis von Beschaffungsvorgaben
4. Erstellung einer Rangfolgeliste und Auswahl des geeigneten Liefernetzes

Die Aktivitäten für den Schritt 1 wurden bereits bei der Einführung des Evaluierungsvektors behandelt. Die Schritte 2-4 werden in den nun folgenden Abschnitten beschrieben.

### 3.4.1 Erstellung des Evaluierungsvektors für das Liefernetz

Die Erstellung des Evaluierungsvektors für das gesamte Liefernetz erfolgt auf Grundlage der bei der Einführung der Bewertungskriterien in Kapitel 3.3.1 bereits gemachten Feststellungen. Abb. 3.39 illustriert diese Erstellung an einem Liefernetzbeispiel.

Bei diesem Ansatz hat jeder Knoten und jede Kante einen Evaluierungsvektor. Die Kantenvektoren weisen dabei Besonderheiten auf, da für die Elemente Produktqualitätsfaktor, Lieferservicefaktor und Ausdehnung neutrale Konstanten verwendet werden (siehe hierzu die Erklärungen in Abschnitt 3.3.2).

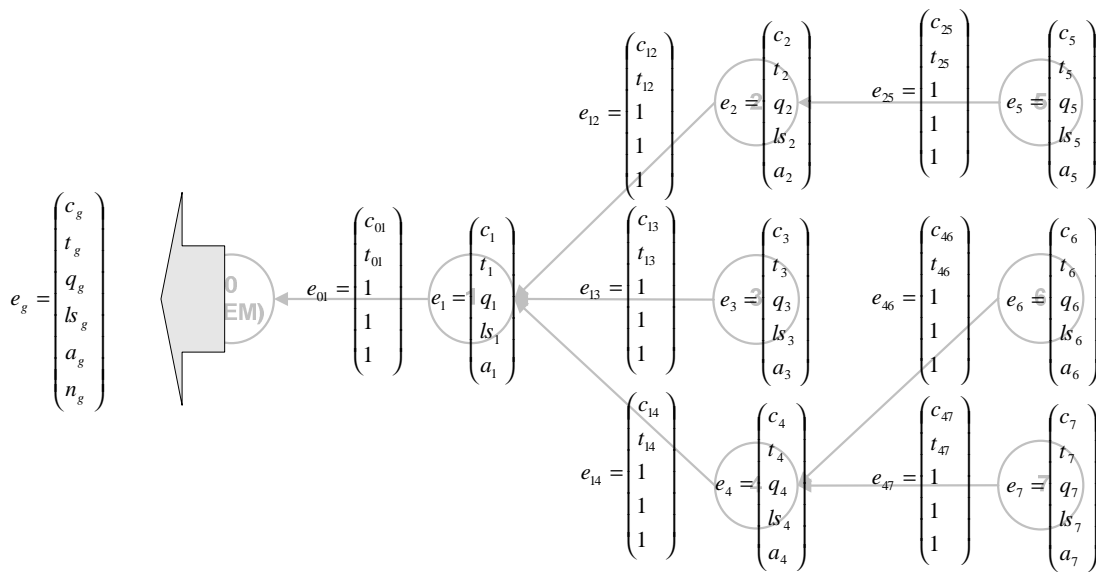


Abb. 3.39 Erstellung des Evaluierungsvektors für das Liefernetz

Die Elemente des Evaluierungsvektors des gesamten Liefernetzes ( $G = (V, E)$ ) werden nun folgendermaßen aus den Elementen der Einzelvektoren gebildet:

Beschaffungskosten  $c_g$ :

$$c_g = \sum_{j \in V \wedge j \neq OEM} c_j + \sum_{[i,j] \in E} c_{ij} \quad (3.17)$$

Beschaffungszeit  $t_g$ :

$$t_g = \max \left\{ \left( \sum_{j \in V(wl)} t_j + \sum_{[i,j] \in E(wl)} t_{ij} \right) : wl \in WL \right\} \quad (3.18)$$

( $WL$  ist die Menge aller Wege im Liefernetz)

Produktqualität  $q_g$  :

$$q_g = \min \{ (q_j, q_{ij}) : (j \in V \wedge j \neq OEM), [i, j] \in E \} \quad (3.19)$$

Lieferservice  $ls_g$  :

$$ls_g = \min \{ (ls_j, ls_{ij}) : (j \in V \wedge j \neq OEM), [i, j] \in E \} \quad (3.20)$$

Ausdehnung  $a_g$  :

$$a_g = \begin{cases} a_{nat} : \text{wenn alle } (a_j = a_{nat} \wedge a_{ij} = a_{nat}) \\ a_{int} : \text{sonst} \end{cases} \quad (j \in V \wedge j \neq OEM), [i, j] \in E \quad (3.21)$$

(z. B.  $a_{nat} = 1$  und  $a_{int} = 0,5$  durch den OEM vorgegeben)

Liefernetzgröße  $n_g$  :

$$n_g = |V| - 1 \quad (3.22)$$

Diese Berechnungsformeln sind nicht abhängig von den Besonderheiten in einzelnen Elementen der Kantenvektoren und können deshalb auch angewendet werden, wenn die Besonderheiten einmal entfallen bzw. durch Einführung von entsprechenden konkreten Faktoren für die Kanten ersetzt werden.

Mit diesem ersten Schritt im Evaluierungsprozess ist nun für jedes Liefernetz die Grundlage für eine Bewertung geschaffen.

### 3.4.2 Erstellung des Gewichtungsvektors

Bei dem hier vorgestellten Verfahren handelt es sich um ein multi-kriterielles Verfahren, welches die Priorisierung der Kriterien mit Hilfe einer Gewichtung durchführt. Dies geschieht anhand eines Gewichtungsvektors, dessen Elemente diese Gewichtung wiedergeben. Es wird vorgeschlagen, die Priorisierung der Kriterien und damit die Bildung des Gewichtungsvektors aus Geschäftsvorgaben („Business objectives“) abzuleiten. Die entsprechende Vorgehensweise beschreibt dieser Abschnitt.

Die Beschaffungsstrategie gibt in der Praxis einen bestimmten Rahmen für die Beschaffung im Unternehmen vor. Dies sind Vorgaben zu Fragen wie z. B. globale vs. lokale Beschaffung oder single vs. multiple Sourcing. Es wird angenommen, dass auch für die Zusammenarbeit mit Liefernetzen solche Rahmenbedingungen im Unternehmen defi-

niert sind. In Tab. 3.37 sind einige Beispiele für mögliche Geschäftsvorgaben aufgeführt.

Geschäftsvorgabe (Business objectives)	Kriterien	Vorgehen
„Das Liefernetz sollte so klein wie möglich sein“	Liefernetzgröße	1. Bestimme die Anzahl der Knoten in jedem Liefernetz 2. Wähle das Liefernetz mit der kleinsten Anzahl von Knoten
„Die Beschaffungskosten sollen minimiert werden“	Beschaffungskosten	1. Kalkuliere die Beschaffungskosten jedes Netzwerkes 2. Wähle das Netzwerk mit den geringsten Kosten
„Die Lieferung soll so schnell wie möglich erfolgen“	Beschaffungszeit	1. Ermittle die maximale Lieferzeit in jedem Netzwerk 2. Wähle das Netzwerk mit der geringsten Lieferzeit
„Die Produktqualität ist zu maximieren“	Produktqualität	1. Ermittle den Produktqualitätsfaktor jedes Liefernetzes 2. Wähle das Netzwerk mit dem höchsten Produktqualitätsfaktor
„Der Lieferservice ist zu maximieren“	Lieferservice	1. Ermittle den Lieferservicefaktor jedes Liefernetzes 2. Wähle das Netzwerk mit dem höchsten Lieferservicefaktor
„Die Beschaffung soll nur national erfolgen“	Ausdehnung	1. Ermittle die Liefernetzausdehnung jedes Netzwerkes 2. Wähle das Netzwerk, das nur mit nationale Liefernetzknoden arbeitet

**Tab. 3.37 Geschäftsvorgaben (Business objectives) für Liefernetze**

Die in Tab. 3.37 dargestellten Beispiele sind Geschäftsvorgaben, die sich zunächst nur auf ein Kriterium beziehen. Um daraus nun einen Gewichtungsvektor erstellen zu können, muss dieser Gewichtungsvektor vorab definiert werden.

Der Gewichtungsvektor lässt sich formal folgendermaßen darstellen:

$$w = \begin{pmatrix} c_w \\ t_w \\ q_w \\ l_{s_w} \\ a_w \\ n_w \end{pmatrix} \quad (3.23)$$

Die Elemente des Gewichtungsvektors  $w$  sind dabei analog zu den Elementen des Evaluierungsvektors  $e$  des gesamten Liefernetzes:

- $c_w$  - Gewichtung des Kriteriums Beschaffungskosten

- $t_w$  - Gewichtung des Kriteriums Beschaffungszeit
- $q_w$  - Gewichtung des Kriteriums Produktqualität
- $ls_w$  - Gewichtung des Kriteriums Lieferservice
- $a_w$  - Gewichtung des Kriteriums Ausdehnung
- $n_w$  - Gewichtung des Kriteriums Liefernetzgröße

Wie in Kapitel 3.2.3 bei der Beschreibung der Lieferantenbewertungsverfahren dargestellt, handelt es sich bei den Gewichtungsfaktoren entweder um prozentuale Werte oder Indexfaktoren. Dem zweiten Ansatz wird in dieser Arbeit gefolgt. Deshalb ergibt sich für die Summe aller Elemente des Gewichtungsvektors folgende Aussage:

$$c_w + t_w + q_w + ls_w + a_w + n_w = 1 \quad (3.24)$$

Die Priorisierung der Kriterien erfolgt somit durch Festlegung des Faktors des zugehörigen Gewichtungsvektorelements. Für die in Tab. 3.37 z. B. beschriebene Geschäftsvorgabe „Das Liefernetz sollte so klein wie möglich sein“ ergibt sich der Gewichtungsvektor zu  $w = \{0;0;0;0;0;1\}$ .

In der Praxis werden die Geschäftsvorgaben nicht singular, sondern in unterschiedlichen Kombinationen vorkommen. So kann eine Geschäftsvorgabe z. B. lauten: „Das Liefernetz soll möglichst klein sein und in möglichst kurzer Zeit liefern können“. Wird eine gleichwertige Priorität der betroffenen Kriterien angenommen, so ergibt sich der Gewichtungsvektor für dieses Beispiel zu  $w = \{0;0,5;0;0;0;0,5\}$ . Ein weiteres Beispiel kann lauten: „Die Beschaffungskosten und die Beschaffungszeit sollen minimiert werden, wobei die Produktqualität so hoch wie möglich sein soll“. Unter der Annahme, dass dem Kriterium Produktqualität das Gewicht 0,5 und den beiden anderen Kriterien jeweils ein Gewicht von 0,25 beigemessen wird, ergibt sich der Gewichtungsvektor in diesem Beispiel zu:  $w = \{0,25;0,25;0,5;0;0;0\}$ .

Mit der Einführung des Gewichtungsvektors und der Ermittlung eines Evaluierungsvektors für ein gesamtes Liefernetz können nun anhand eines linearen Gewichtungsalgorithmus ein Rangindex für jedes Liefernetz gebildet und die Liefernetze damit in eine Rangfolge gebracht werden. Dieses Vorgehen wird im nächsten Abschnitt erläutert.

### 3.4.3 Erstellung der Rangliste und Auswahl des Liefernetzes

Im vierten Schritt des Evaluierungsprozesses wird nun ermittelt, in welcher Rangfolge die Liefernetze die Geschäftsvorgaben erfüllen. Hierzu wird unter Zuhilfenahme eines linearen Gewichtungsalgorithmuses zunächst ein Rangindex für jedes Liefernetz gebildet. Jedes Gewichtungselement des Gewichtungsvektors wird mit dem korrespondierenden Element des Evaluierungsvektors multipliziert. Die Ergebnisse der einzelnen Multiplikationen werden dann aufsummiert. Die Vorgehensweise wird im Folgenden beschrieben.

Es seien die beiden Vektoren  $w$  und  $e_l$  (Evaluierungsvektor von Liefernetz  $l$ ), wie in 3.25 dargestellt, gegeben:

$$w = \begin{pmatrix} c_w \\ t_w \\ q_w \\ ls_w \\ a_w \\ n_w \end{pmatrix} \quad e_l = \begin{pmatrix} c_l \\ t_l \\ q_l \\ ls_l \\ a_l \\ n_l \end{pmatrix} \quad (3.25)$$

Bevor auf Basis dieser Vektoren nun der lineare Gewichtungsalgorithmus angewandt werden kann, muss noch eine Anpassung einzelner Elemente des Evaluierungsfaktors  $e_l$  durchgeführt werden, da diese unterschiedliche Wertebereiche haben. So sind z. B. die Beschaffungskosten, die Beschaffungszeit und die Liefernetzgröße absolute Werte, während die Produktqualität, Lieferservice und Ausdehnung relative Werte bzw. Faktoren sind. Aus diesem Grund muss für die absoluten Werte zunächst eine Umrechnung stattfinden, welche diese Werte auch in relative Werte überführt. Ziel der Umrechnung muss dabei sein, einen Faktor zwischen 0 und 1 zu ermitteln, wobei 1 die ideale Situation wiedergeben soll. Dies entspricht dann derselben Vorgehensweise, wie sie bei den anderen relativen Werten gewählt wurde.

Folgende Umrechnungen werden für die als absolute Werte angegebenen Elemente des Evaluierungsvektors durchgeführt:

$L$  ist die Menge aller identifizierten Liefernetze,  $l$  ist ein Element aus dieser Menge (ein Liefernetz).

Beschaffungskostenfaktor  $c_l'$ :

$$c_l' = \left( \frac{\min \{ c_l : \text{für alle } l \in L \}}{c_l} : l \in L \right) \quad (3.26)$$



Algorithmus zur Bestimmung des Beschaffungskostenfaktors  $c_l'$ :

$$\begin{aligned}
 & \text{Ermittle das Minimum der Beschaffungskosten } c_{\min} \\
 & \text{aus allen Beschaffungskosten } c_l \text{ mit } l \in L \\
 & \text{Für alle } l \in L: \\
 & \text{Berechne } c_l' \text{ als Quotient aus } c_{\min} \text{ und } c_l
 \end{aligned} \tag{3.27}$$

Der Beschaffungskostenfaktor  $c_l'$  berechnet sich also aus dem Verhältnis der minimalen Beschaffungskosten über alle Liefernetze zu den Beschaffungskosten des betrachteten Liefernetzes. Ein anderer Ansatz ist dahingehend möglich, dass das beschaffende Unternehmen (OEM) die minimalen Beschaffungskosten  $c_{OEM}$  vorgibt. Damit ändert sich die Berechnungsformel in 3.26 zu:

$$c_l' = \left( \frac{c_{OEM}}{c_l} : l \in L \right) \tag{3.28}$$

Bei diesem Ansatz kann es allerdings vorkommen, dass der Beschaffungskostenfaktor auch  $c_l' > 1$  wird, was aber den Umrechnungsprozess nicht in Frage stellt, da dies eine für das beschaffende Unternehmen überaus günstige Beschaffungssituation wiedergibt.

Beschaffungszeitfaktor  $t_l'$ :

$$t_l' = \left( \frac{\min \{ t_l : \text{für alle } l \in L \}}{t_l} : l \in L \right) \tag{3.29}$$

Algorithmus zur Ermittlung des Beschaffungszeitfaktors  $t_l'$ :

$$\begin{aligned}
 & \text{Ermittle das Minimum der Beschaffungszeiten } t_{\min} \\
 & \text{aus allen Beschaffungszeiten } t_l \text{ mit } l \in L \\
 & \text{Für alle } l \in L : \\
 & \text{Berechne } t_l' \text{ als Quotient aus } t_{\min} \text{ und } t_l
 \end{aligned} \tag{3.30}$$

Der Beschaffungszeitfaktor  $t_l'$  berechnet sich somit aus dem Verhältnis der minimalen Beschaffungszeit über alle Liefernetze zu der Beschaffungszeit des betrachteten Liefernetzes. Auch hier kann das beschaffende Unternehmen in einem weiteren Ansatz die minimale Beschaffungszeit  $t_{OEM}$  vorgeben. Dann berechnet sich der Beschaffungszeitfaktor  $t_l'$  analog zu den Ausführungen beim Beschaffungskostenfaktor zu:

$$t_l' = \left( \frac{t_{OEM}}{t_l} : l \in L \right) \tag{3.31}$$

Liefernetzgrößenfaktor  $n_l'$ :

$$n_l' = \left( \frac{\min \{ n_l : \text{für alle } l \in L \}}{n_l} : l \in L \right) \tag{3.32}$$

Algorithmus zur Ermittlung des Liefernetzgrößenfaktors  $n_l'$ :

$$\begin{aligned}
 & \text{Ermittle das Minimum der Knotenanzahl } n_{\min} \\
 & \text{aus allen } n_l \text{ mit } l \in L \\
 & \text{Für alle } l \in L: \\
 & \quad \text{Berechne } n_l' \text{ als Quotient aus } n_{\min} \text{ und } n_l
 \end{aligned}
 \tag{3.33}$$

Der Liefernetzgrößenfaktor berechnet sich aus dem Verhältnis der minimalen Anzahl von Lieferknoten über alle Liefernetze zu der Anzahl der Liefernetzknotten des betrachteten Liefernetzes. Ein weiterer Ansatz mit Vorgabe der Anzahl der Liefernetzknotten durch das beschaffende Unternehmen ist möglich.

Mit der Einführung von relativen Werten für Beschaffungskosten, Beschaffungszeit und Liefernetzgröße kann nun der Rangindex für ein Liefernetz ermittelt werden. Die Berechnung des Rangindex  $r_l$  erfolgt dabei auf Basis von 3.25 und der Anpassungen in 3.26 bis 3.30 folgendermaßen:

$$r_l = (c_l' \times c_w) + (t_l' \times t_w) + (q_l \times q_w) + (ls_l \times ls_w) + (a_l \times a_w) + (n_l' \times n_w)
 \tag{3.34}$$

Diese Berechnung wird für jedes zu evaluierende Liefernetz durchgeführt. Das Liefernetz mit dem höchsten Rangindex erfüllt die Geschäftsvorgaben, die die Grundlage für die Erstellung des Gewichtungsvektors sind, am besten.

In Tab. 3.38 ist ein Beispiel für eine solche Rangliste wiedergegeben, wie sie bei der Evaluierung von zwei Liefernetzen (wie z. B. in der Einführung zu Kapitel 3 in Abb. 3.1 illustriert) entstehen kann.

Rang	Liefernetz (l)	Rangindex ( $r_l$ )
1	2	0,92
2	1	0,87

**Tab. 3.38 Rangliste von Liefernetzen**

Da alle in die Evaluierung einbezogenen Liefernetze den Bedarf (Grundlage für die Identifikation) erfüllen können, bekommt das beschaffende Unternehmen durch die Rangliste nun einen Überblick, in welchem Grad die Liefernetze die Geschäftsvorgaben erfüllen. Es ist nun Aufgabe des beschaffenden Unternehmens, das Liefernetz zu selektieren, mit dem der Bedarf gedeckt werden soll. Dies wird in der Regel natürlich das Liefernetz auf Rang 1 der Rangliste sein. Allerdings ist es auch denkbar, den ursprünglichen Bedarf auf mehrere Liefernetze zu verteilen und z. B. die Liefernetze auf Rang 1 und Rang 2 auszuwählen. Bei dieser Vorgehensweise ist jedoch zu beachten, dass sich damit der ursprüngliche Bedarf damit ändert, was durchaus eine Rückwirkung auf den Identifikationsprozess haben und eine erneute Identifikation notwendig machen kann.

Dies soll allerdings an dieser Stelle nicht weiter vertieft werden, da es auf das hier vorgestellte Evaluierungsverfahren keinen Einfluss hat.

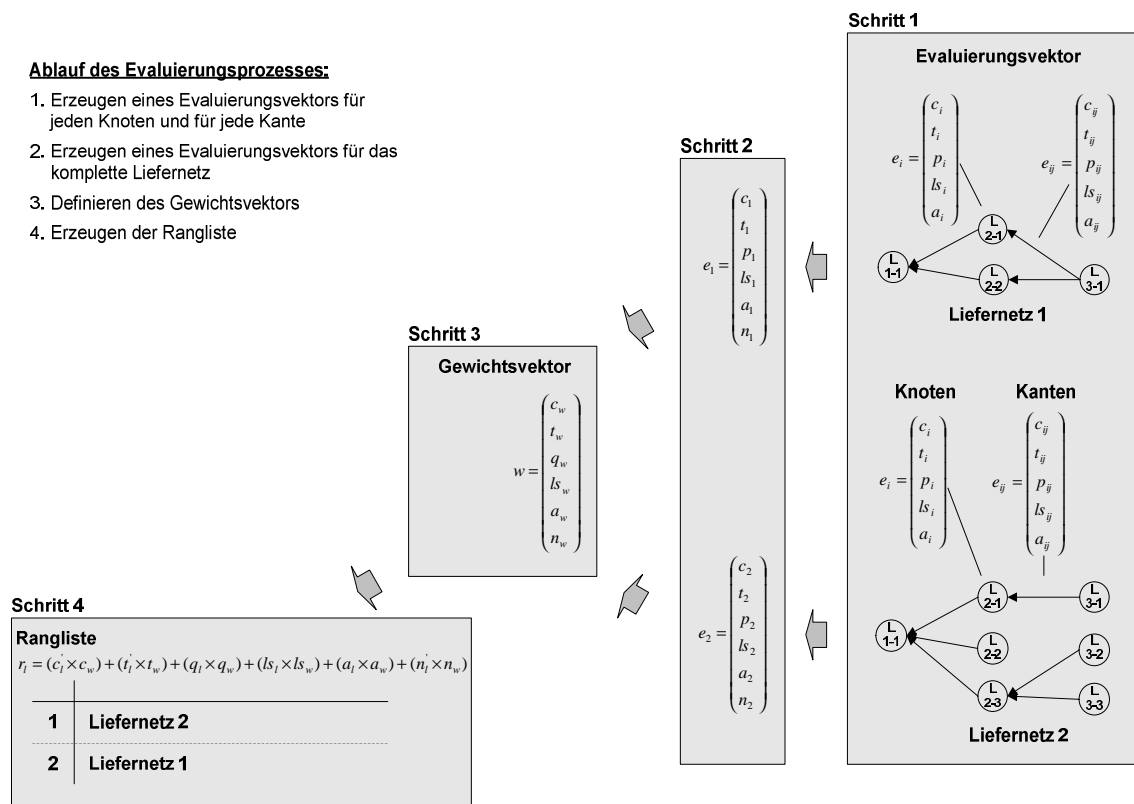


Abb. 3.40 Ablauf des Evaluierungsprozesses

Der gesamte Ablauf des Evaluierungsprozesses mit seinen vier Schritten ist in Abb. 3.40 im Überblick dargestellt.

Bei der Definition der Kriterien wurde auch berücksichtigt, welche Daten notwendig sind, um diese Kriterien bewerten zu können. Diese Datenelemente werden in Kapitel 3.5 in einem semantischen Datenmodell zusammengefasst, welches dann die Basis bildet für die Ableitung und Definition von Gestaltungsempfehlungen, die in Kapitel 5.1 noch ausführlicher besprochen werden.

### 3.4.4 Würdigung der Evaluierungskriterien und des Evaluierungsprozesses

In Kapitel 3.2.5 wurden Merkmale eingeführt, die von Lieferantenbewertungskriterien und -verfahren erfüllt werden sollten. Im selben Maße wie diese Merkmale zur Beurteilung von Lieferantenbewertungssystemen herangezogen werden können, können sie auch für die Bewertung des in den vorigen Kapiteln vorgestellten Liefernetzevaluierungssystems zugrunde gelegt werden. Zu den einzelnen Merkmalen lässt sich dabei folgendes anmerken:

- **Einfachheit:** Die Evaluierungsvektoren haben eine übersichtliche Anzahl von Elementen. Eine Hierarchisierung von Kriterien ist möglich, wie sie am Beispiel des Kriterium Lieferservice aufgezeigt wurde. Die einzelnen Kriterien sind einfach und verständlich.
- **Messbarkeit:** Objektivität ist gegeben, da es sich bei den vorgestellten Kriterien um reine quantitative Werte handelt, die aus entsprechendem Datenmaterial automatisch ermittelt werden können. Die Vergleichbarkeit der Ergebnisse (Rangliste) ist durch die Anwendung eines Indexverfahrens sichergestellt.
- **Objektivität:** Die Bewertung erfolgt automatisch, es werden nur quantitative Kriterien verwendet.
- **Transparenz:** Der Evaluierungsprozess und die damit verbundenen Algorithmen sowie die zur Anwendung kommenden Kriterien sind offen beschrieben.
- **Anpassbarkeit und Flexibilität:** Durch die Einführung eines Gewichtsvektors können ohne Anpassung im Evaluierungsverfahren unterschiedliche Beschaffungsvorgaben umgesetzt werden. Die Hinzunahme eines neuen Elements in die Vektoren ist grundsätzlich möglich, erfordert allerdings Anpassungen im Berechnungsverfahren. Die entsprechende Flexibilität ist abhängig von der IT-technischen Implementierung des Verfahrens.

Zusammenfassend lässt sich anmerken, dass der vorgestellte Evaluierungsprozess sowie die zur Evaluierung herangezogenen Kriterien diese Merkmale bzw. Anforderungen an ein Bewertungssystem erfüllen.

### **3.5 Semantisches Datenmodell für die Evaluierung und Auswahl von strategischen Liefernetzen**

Im Allgemeinen besteht die Modellierungsaufgabe für eine betriebswirtschaftliche Domäne aus der Beschreibung des dynamischen Anteils der Domäne (z. B. Abläufe, Geschäftsprozesse und Funktionen) und der Beschreibung des strukturellen oder statischen Anteils. Dieser strukturelle Anteil wird in der Regel durch ein Datenmodell repräsentiert, wobei im Wesentlichen drei verschiedene Ebenen (auch Detaillierungsstufen) betrachtet werden:

- Semantisches Datenmodell: Grober Überblick über die Gesamtstruktur der betriebswirtschaftlichen Domäne. Darstellung der Entitäten (Datenelemente) und der Beziehungen (Assoziationen) dieser Entitäten untereinander (auch als Entity Relationship Modell bezeichnet)
- Logisches Datenmodell: Detaillierung der Entitäten (Darstellung der Attributwerte) und der Assoziationen, z. B. durch die Darstellung in einem relationalen Datenmodell. Gegebenenfalls Ermittlung und Detaillierung von Schlüsselwerten und Wertebereiche für die Attribute.
- Physikalisches Datenmodell: Detaillierung des Modells für die Implementierung in einem spezifischen Datenbankmanagementsystem (Tabellen, Verbindung zwischen den Tabellen, Abhängigkeiten über Schlüsseldefinitionen).

Im Rahmen dieser Arbeit soll es genügen, das semantische Datenmodell für die Domäne der strategischen Liefernetzevaluierung zu entwerfen. Zur Darstellung dieses semantischen Datenmodells bietet es sich an, auf die Notation der Klassendiagramme aus dem UML-Diagrammportfolio zurückzugreifen [Vgl. OMG2005, S. 21-138]. Klassendiagramme werden in verschiedenen Kontexten eingesetzt, die häufig auch den Phasen im Software-Lebenszyklus entsprechen, wie Analyse, Entwurf und Implementierung. Die jeweiligen Klassendiagramme unterscheiden sich dabei in ihrer Detaillierungsstufe und ihrem Anteil an technischen Aspekten [Vgl. Stör2005, S. 57-58]. Das semantische Datenmodell für die strategische Liefernetzevaluierung, wie es in Abb. 3.41 dargestellt ist, wurde auf Basis eines Analyse-Klassendiagramms erstellt.

Ein beschaffendes Unternehmen kann mehrere Bedarfe haben, die von externen Quellen bedient werden sollen. Über den Prozess der Identifikation von strategischen Liefernetzen werden einem spezifischen Bedarf ein oder mehrere Liefernetze zugeordnet. Die Liefernetze bestehen aus mehreren Liefernetzknotten und Liefernetzkannten, welche die Liefernetzknotten miteinander verbinden. Ein Lieferant wird durch seinen jeweiligen Liefernetzbeitrag (Teilbedarf) einem Liefernetzknotten zugeordnet. Zur Ermittlung des Liefernetzbeitrags ist der Zugriff auf die Produktpalette und die gegebenenfalls dafür definierten Stücklisten notwendig. Jedem Liefernetzknotten, jeder Liefernetzkannte und jedem Liefernetz ist ein entsprechender Evaluierungsvektor zugeordnet, wobei sich die jeweiligen Vektoren aus einem generalisierten Evaluierungsvektor ableiten. Die Liefernetzevaluierung bezieht sich auf den Bedarf des beschaffenden Unternehmens, bedient sich eines Gewichtungsvektors, der durch das beschaffende Unternehmen vorgegeben wird und schreibt die Ergebnisse in eine Rangliste.

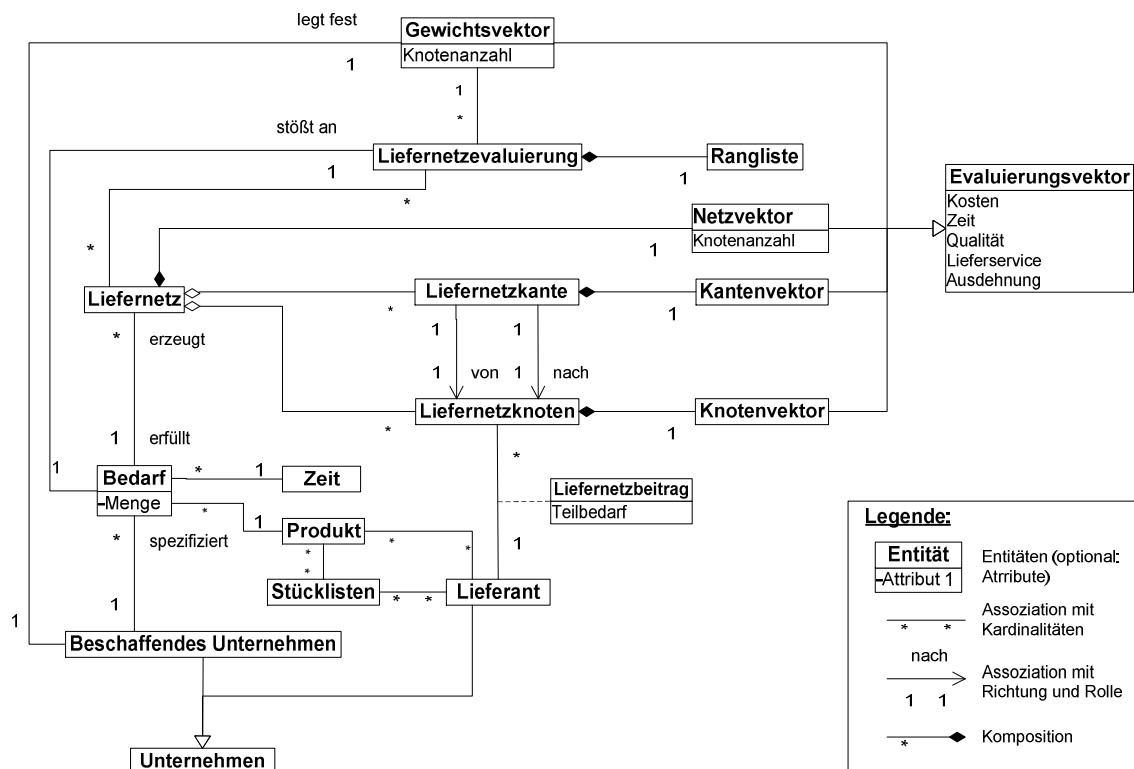


Abb. 3.41 Semantisches Datenmodell der strategischen Liefernetzevaluierung

Beim Evaluierungsvektor sind die in diesem Kapitel vorgestellten Evaluierungskriterien bereits als Attribute angeführt. Kanten- und Knotenvektoren „erben“ diese Attribute bzw. Kriterien. Netz- und Gewichtsvektor erhalten noch zusätzlich das Attribut Knotenanzahl, das eine Aussage über die Gesamtgröße des strategischen Liefernetzes macht bzw. beim Gewichtsvektor die Gewichtung für dieses Kriterium vorgibt.

Betrachtet man ein Unternehmen allgemein, so kann es innerhalb eines oder auch mehrerer strategischer Liefernetze sowohl die Rolle des Lieferanten als auch die Rolle des beschaffenden Unternehmens annehmen. Dies ist dann der Fall, wenn sich der Teilbedarf, den das Unternehmen zum Liefernetz beiträgt, wieder aus einem oder mehreren Teilbedarfen zusammensetzt, die von anderen Lieferanten bedient werden müssen. Das semantische Datenmodell ist so ausgelegt, dass es im Prinzip in jedem Liefernetzknotten eingesetzt werden kann und aus der Sicht des Liefernetzknottens das jeweilige Teilliefernetz abbildet.

Darüber hinaus kann in diesem Modell ein Lieferant (ein Unternehmen) mit unterschiedlichen Teilbedarfen an mehreren strategischen Liefernetzen partizipieren, auch auf unterschiedlichen Ebenen des jeweiligen Netzes. Dieser Fakt wird noch bei der Betrachtung von kritischen Knoten bzw. kritischen Teilnetzen im nächsten Kapitel eine Rolle spielen.

## **4 Kritische Knoten in strategischen Liefernetzen**

Strategische Netzwerke sind langfristige Arrangements von Unternehmen, um Wettbewerbsvorteile für die beteiligten Unternehmen zu erreichen und zu festigen (siehe Kapitel 2.2.1). Dabei profitieren Unternehmen vom gezielten Einsatz von Kernkompetenzen und Spezialisierungen anderer am Netzwerk beteiligter Organisationen. Betrachtet man die unternehmerischen Risiken, die mit solchen Netzwerken verbunden sind, so bietet sich ein ambivalentes Bild. Einerseits erhöht sich das unternehmerische Risiko durch die erhöhte Abhängigkeit und dabei begrenzte Kontrollmöglichkeit von Netzwerkpartnern. Andererseits können gerade durch Unternehmensnetze finanzielle, technologische oder auch organisatorische Risiken im Netzwerk verteilt werden, was wiederum den Risikobeitrag reduziert, den das einzelne Unternehmen dabei zu übernehmen hat. Insbesondere die Fähigkeit, gegen Risiken resistent zu sein, die aus Veränderungen im Markt (z. B. neue Mitbewerber), neuen Technologien (z. B. Produkt- und Prozessinnovationen) und Änderungen in der Organisation des Netzwerkes (z. B. Austausch von Partnern) resultieren, erhöhen die Stabilität solcher Netzwerken [Vgl. HKP+2004, S.48f].

In diesem Kapitel werden zunächst diejenigen Risiken erarbeitet, die in Liefernetzen auftreten können. Weiterhin wird auf die Frage eingegangen, wie solche Risiken identifiziert und mit welchen geeigneten Methoden des Risikomanagements sie reduziert werden können. Dabei ist ein wichtiger Aspekt das Erkennen von kritischen Knoten in Liefernetzen und die Erarbeitung von Handlungsoptionen, um das mit diesen kritischen Knoten verbundene Risiko zu verringern.

### **4.1 Risikobetrachtungen in Liefernetzen**

Um Risikobetrachtungen in Liefernetzen anstellen zu können, ist es zunächst erforderlich, den Begriff Risiko zu definieren und für diese Arbeit abzugrenzen. Es ist davon auszugehen, dass ein Unternehmen vielfältigen Risiken ausgesetzt ist. Diese gilt es sinnvoll zu erfassen, um daraus die für Liefernetze spezifischen herausfiltern und genauer betrachten zu können. Ein erfolgreicher Umgang mit Risiken im Unternehmen setzt auch ein effektives Risikomanagement voraus. Die nachfolgenden Abschnitte widmen sich diesen Themen.

#### **4.1.1 Allgemeine Definition von Risiko**

Der Begriff Risiko kann mannigfaltige Bedeutungen haben und wird in Abhängigkeit des jeweiligen Kontextes unterschiedlich verwendet und detailliert. Kendall spricht in

seinen Einführungen zum Risk Management sogar davon, dass mit der Definition des Begriffs Risiko bereits wieder ein Risiko verbunden ist, da jede einfache Definition von Risiko unzulänglich ist [Vgl. Kend1998, S. 11]. Es wird also darauf ankommen, sich dem Begriff Risiko gegebenenfalls in mehreren Iterationsschritten zu nähern, indem, ausgehend von übergeordneten Beschreibungen, diese für die betrachtete Domäne der Liefernetze detailliert werden.

Ganz allgemein lässt sich Risiko definieren „[...] als Gefahr eines Verlustes oder eines Schadens [...] der durch das Misslingen von Leistungen entsteht“ [Miku2001a, S. 5]. Kupsch führt in seinen Betrachtungen zur materiellen Ausprägung von Risiken eine „Intensitätsdimension“ als „die Wahrscheinlichkeit des Eintritts von Verlust“ ein [Kups1995, S. 530]. Diesem Ansatz folgen auch Harland et al., indem sie Risiko definieren als „[...] die Wahrscheinlichkeit von Verlust und die Bedeutung, die dieser Verlust für die Organisation [...] hat“ [HaBH2003, S. 52]. Haller betrachtet neben diesen eher monetären Ansätzen das gesamte Zielsystem von Unternehmen und definiert Risiko „[...] als die Summe aller Möglichkeiten [...], dass sich die Erwartungen an ein System aufgrund von Störprozessen nicht erfüllen.“ [Hall1992, S. 322]. Risiko hat also damit zu tun, dass es Ereignisse gibt, die normale Abläufe stören und damit eine gewisse Unsicherheit entstehen lassen, ob geplante Ergebnisse und Ziele erreicht werden können. Ein Risiko kann somit im Kontext von Ursache und Wirkung dargestellt werden. Dies hat Eberle in seinen Untersuchungen bestätigt, indem er darlegt, dass es neben ursachenorientierten auch wirkungsbezogene Risikodefinitionen gibt [Vgl. Eber2005, S. 34f]. Es erscheint einleuchtend, dass es wichtig ist, die ökonomische Wirkung bzw. die materiellen Schäden eines Risikos auf ein Unternehmen in den Mittelpunkt der Betrachtung zu stellen. Jedes wirtschaftliche Handeln ist geprägt durch unternehmerische Entscheidungen, die auf Basis von zum jeweiligen Entscheidungszeitpunkt verfügbaren Informationen gefällt werden. Risiko kann somit auch als „[...] Gefahr einer Fehlentscheidung“ [Miku2001a, S. 5] betrachtet werden und bekommt damit eine zukunftsorientierte Dimension. Das Maß an Ungewissheit, das entscheidungsrelevanten Informationen innewohnt, korreliert in positiver Weise mit dem Maß an Risiko, das bei diesen Entscheidungen in Kauf genommen wird. Um unternehmerisches Risiko bzw. potentielle Schäden zu reduzieren, ist es deshalb notwendig, das Maß an Ungewissheit zu reduzieren.

Neben diesen eher negativen Betrachtungen zur Auswirkung von Ungewissheit kann es durchaus auch positive Effekte geben. In diesem Zusammenhang wird dann oft von Chancen gesprochen, die sich einem Unternehmen eröffnen. So sprechen Merbecks et al. von einer zweiseitigen Risikodefinition, in dem sie Risiko als „[...] eine positive



oder negative Abweichung einer Größe von ihrem erwarteten Wert“ bezeichnen [MeSF2004, S. 24]. Dies soll allerdings im Zuge dieser Arbeit nicht weiter vertieft werden. Vielmehr wird davon ausgegangen, dass Unternehmen, die sich an Unternehmensnetzwerken beteiligen, dies dann als Chance betrachten, wenn das unternehmerische Gesamtrisiko durch die Beteiligung am Unternehmensnetzwerk reduziert wird, sich also eine positive Risikobilanz ergibt.

Ein Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, einen Beitrag zur Risikoreduzierung beim unternehmerischen Umgang mit Liefernetzwerken zu liefern. Damit wird dem Ansatz gefolgt, Risiko als die Gefahr von Fehlentscheidungen zu betrachten, die aufgrund von mangelnden bzw. unzureichenden Informationen entstehen. Die Aufgabe wird also sein, das Maß an Ungewissheit zu reduzieren, das diesen Entscheidungen zugrunde liegt. Um dies durchführen zu können, werden zunächst verschiedene Risikoarten und deren Auswirkungen betrachtet, um die für Liefernetze relevanten Risikokategorien herauszufiltern.

#### **4.1.2 Einteilung von Risiken**

Risiken lassen sich unter vielfältigen Aspekten beleuchten und gruppieren. Es soll hier keine umfassende Systematisierung durchgeführt werden, vielmehr werden die für diese Arbeit relevanten Merkmale und deren Ausprägungen betrachtet, die in Tab. 4.1 (in Anlehnung an [Vgl. Eber2005, S. 38f; Kups1995, S. 532f; Miku2001a, S. 8f]) aufgeführt sind.

In einem ersten Schritt kann die Risikoebene bzw. die zeitliche Dimension herangezogen werden, die oft auch mit einer bestimmten Entscheidungsebene im Unternehmen korreliert [Vgl. Miku2001a, S. 7]. Dabei erscheint zunächst eine Einteilung in strategische und operationale Risiken als sinnvoll [Vgl. Kups1995, S. 532]. Strategische Risiken beeinflussen langfristige, globale Unternehmensziele und betreffen das Unternehmen in seiner Gesamtheit, operationale Risiken beziehen sich auf einzelne Unternehmensteile, sind kurz- oder mittelfristiger Natur und haben nur begrenzte Auswirkungen auf die Gesamtunternehmung. Es gibt Ansätze, die noch eine dritte Gruppe, die taktischen Risiken einführen, die aber im Wesentlichen die operationalen Risiken noch etwas feiner untergliedern [Vgl. Eber2005, S. 38f; Miku2001a, S. 8]. Im Rahmen dieser Arbeit soll die Einteilung der Risiken in strategische und operationale Risiken genügen.

Die Auswirkungen eines Risikos auf ein Unternehmen lassen sich über den Grad des Risikos beschreiben. Inwieweit ein Risiko für ein Unternehmen existenzbedrohend,

groß, mittel oder klein ist, hängt natürlich von der Gesamtsituation des Unternehmens (z. B. Geschäftszweck, Absatzmärkte) und dem mit dem Risiko verbundenen Bedrohungspotential ab. Damit kann ein und dasselbe Risiko (z. B. eine Naturkatastrophe, eine Bedrohung durch Computerviren) bei verschiedenen Unternehmen zu einer unterschiedlichen Beurteilung des jeweiligen Risikograds führen. Diese Beurteilung ist somit individuell und hängt stark von der Unternehmensstrategie und damit auch von der normalerweise daraus abgeleiteten Risikostrategie des Unternehmens ab [Vgl. Eber2005, S. 39].

<b>Merkmal</b>	<b>Ausprägungen</b>			
Risikoebene	Strategisch		Operational	
Risikograd	Existenzbedrohend	Groß	Mittel	Klein
Risikobereich <sup>21</sup>	Beschaffung	Produktion	Absatz	Finanzierung
Risikoart	Güterwirtschaftlich	Finanziell	Informationell	
Risikoherkunft	Intern		Extern	
Handlungsphase	Planung	Realisierung	Kontrolle	

**Tab. 4.1 Systematisierung von Risiken**

In allen Teilen oder Bereichen eines Unternehmens können Risiken auftreten. Kupsch spricht deshalb von den Risikobereichen Beschaffung, Produktion, Absatz und Finanzierung [Vgl. Kups1995, S. 532]. Mikus nimmt eine feinere Aufteilung vor und ergänzt in ihrer Betrachtung noch Bereiche wie Forschung & Entwicklung, Personal und Unternehmensführung [Vgl. Miku2001a, S. 8]. Da sich diese Arbeit auf die Betrachtung von Risiken im Zusammenhang mit strategischen Liefernetzen konzentriert, ist die grobere Einteilung hinreichend und eine Konzentration auf den Beschaffungsbereich geboten. Hilfreich erscheint eine weitere Verfeinerung des Risikobereichs „Beschaffung“ in „Planungs- und Lieferrisiken“, wie sie Eberle vorschlägt [Vgl. Eber2005, S. 38]. Insbesondere der Unterbereich „Lieferrisiken“ wird in den folgenden Abschnitten intensiver zu betrachten sein.

Sowohl im Unternehmen selbst als auch bei der Betrachtung von Wertschöpfungsnetzwerken können Güter, Geld- und Informationsströme identifiziert werden. Risiken lassen sich deshalb auch nach ihrer Art in güterwirtschaftliche, finanzielle und informationelle Risiken einteilen. Damit wird gleichzeitig indirekt auf die Art des Verlustes hingewiesen, der durch das entsprechende Risiko entstehen kann [Vgl. Kups1995, S. 532].

<sup>21</sup> Als Risikobereiche lassen sich natürlich auch weitere Unternehmensteile heranziehen, wie z.B. Forschung- und Entwicklung oder Personal. Im Rahmen dieser Arbeit wird dem Ansatz von Kupsch gefolgt (Einteilung in Beschaffung, Produktion, Absatz und Finanzierung, da der Schwerpunkt in den folgenden Abschnitten auf der Besprechung und Detaillierung des Beschaffungsrisikos gelegt wird.

Unternehmen können nicht für sich existieren. Jedes Unternehmen ist mehr oder weniger mit anderen Unternehmen vernetzt und wirtschaftet in einer Umwelt, die es mit anderen Unternehmen und Organisationen teilt. Es ist deshalb offensichtlich, dass es sowohl interne als auch externe Ursachen für Risiken geben kann. Dabei sind die Kontroll- und Steuermöglichkeiten des Unternehmens insbesondere bei externen Risiken oft sehr eingeschränkt. Die Risikoherkunft wird also eine wichtige Rolle spielen bei der Auswahl der geeigneten Strategie zur Risikoreduzierung [Vgl. Eber2005, S. 40].

In jedem der angesprochenen Risikobereiche gibt es Handlungen, Tätigkeiten und Entscheidungen, die sich grob in die Handlungsphasen Planung, Realisierung und Kontrolle einteilen lassen [Vgl. Kups1995, S. 532]. Es ist nachvollziehbar, dass in jeder dieser Handlungsphasen Risiken auftreten können. So kann z. B. ein Fehler in der Planung eines Liefernetzes das Beschaffungsrisiko oder die fehlende Qualitätskontrolle im Warenausgang das Absatzrisiko erhöhen.

Auf Basis der in Tab. 4.1 vorgenommene Systematisierung von Risiken kann nun eine Zuordnung der mit dem Umgang mit strategischen Liefernetzen zu erwartenden Risiken vorgenommen werden. Wie Tab. 4.2 zeigt ist davon auszugehen, dass Liefernetzrisiken – obwohl hier von strategischen Liefernetzen gesprochen wird – im Sinne der weiter oben vorgenommenen Einteilung eher den operationalen Risiken zuzuordnen sind.

Merkmal	Ausprägungen			
	Risikoebene	Strategisch		Operational
Risikograd	Existenzbedrohend	Groß	Mittel	Klein
Risikobereich	Beschaffung	Produktion	Absatz	Finanzierung
Risikoart	Güterwirtschaftlich		Finanziell	Informationell
Risikoherkunft	Intern		Extern	
Handlungsphase	Planung		Realisierung	Kontrolle

**Tab. 4.2 Systematisierung von Risiken im Umgang mit strategischen Liefernetzen**

In Bezug auf den Risikograd erscheint die Spannweite von klein bis groß als durchaus realistisch. Allerdings ist es eher unwahrscheinlich, dass sich ein strategisches Liefernetzrisiko existenzbedrohend auf das Unternehmen auswirkt.

Direkt betroffen durch Risiken im Umgang mit strategischen Liefernetzen ist der Bereich Beschaffung. Indirekt kann es durchaus auch zu Auswirkungen auf Produktion und Absatz kommen, wenn z. B. Produktionsbänder stillstehen aufgrund von Liefer-schwierigkeiten und dadurch Lieferzeitzusagen an Kunden nicht mehr eingehalten werden können.

Der Umgang mit strategischen Liefernetzen hat sowohl Einfluss auf die Güterflüsse im Unternehmen als auch auf die Finanz- und Informationsströme. Obwohl der Schwerpunkt sicherlich auf den güterwirtschaftlichen Risiken liegt, können die anderen Risikoarten nicht ausgeschlossen werden.

Aus der Natur der strategischen Liefernetze als Netzwerke von Unternehmen ist die Herkunft der Risiken zwangsläufig unternehmensextern. Aufgrund des Fokuses dieser Arbeit werden schwerpunktmäßig Risiken in der Planungsphase strategischer Liefernetze betrachtet, obwohl in späteren Kapiteln noch von Handlungsoptionen gesprochen werden wird, die auch in gewisser Hinsicht der Realisierungsphase zugeordnet werden können.

Es wird also zunächst darum gehen, unter Berücksichtigung der vorgenommenen Systematisierung (siehe Tab. 4.2), die Risiken beim Umgang mit Liefernetzen zu detaillieren, um die diese Risiken verursachenden kritischen Knoten in den Liefernetzen zu identifizieren. Mit Hilfe von Handlungsoptionen, die sich aus den Risiken ableiten lassen, können Aktivitäten festgelegt werden, die zur Reduzierung der Risiken führen.

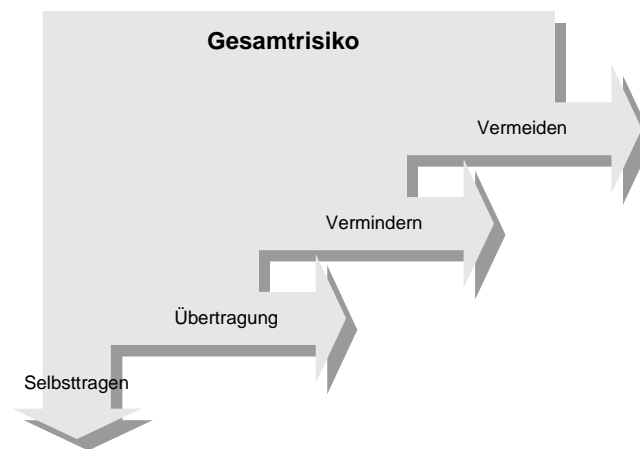
Handlungsoptionen sind Elemente des Risiko-Managements. Es ist also angebracht, zunächst eher allgemeine Betrachtungen zum Risiko-Management anzustellen, um dann daraus die für die Arbeit mit strategischen Liefernetzen relevanten Aspekte herauszuarbeiten. Dieser Aufgabe widmet sich der folgende Abschnitt.

### **4.1.3 Allgemeine Definition von Risiko-Management**

Wie in Abschnitt 4.1.1 herausgearbeitet wird Risiko als die Gefahr von Fehlentscheidungen betrachtet, die aufgrund von Ungewissheit bzw. mangelnder oder unzureichender Informationen entstehen. Um ein auf diese Art definiertes Risiko zu verringern, „[...] sollten daher möglichst sämtliche relevanten Risikoursachen und deren eventuelle Auswirkungen auf die Zielerreichung [...] im Rahmen eines generellen Risikomanagements bei unternehmerischen Entscheidungen berücksichtigt werden“ [Miku2001a, S. 11]. Kupsch spricht von einer „risikobewussten Unternehmensführung“ und der Notwendigkeit der „[...] Einbindung der Risikokomponente bei der Befolgung der angestrebten Unternehmensziele“ [Kups1995, S. 533]. Auch Haller sieht Risiko-Management „[...] als begleitende Führungsfunktion“, deren [...] Eingliederung in die [...] Führungstätigkeit laufend zu vollziehen“ ist [Hall1986, S. 9]. Von einem solchen generellen oder umfassenden Risiko-Management im Unternehmen wird erwartet, dass es alle „[...] Institutionen, Prozesse und Instrumente, welche auf eine zielgerechte Ges-

taltung der Risikolage bzw. der Sicherheitslage des Wirtschaftssubjekts ausgerichtet sind“ beinhaltet [Miku2001b, S. 69]. Beim Aufbau eines Risiko-Management im Unternehmen wird es somit darum gehen, geeignete Organisationsformen (z. B. die Funktion des Risiko Managers) festzulegen und diese Unternehmensfunktion dann mit effektiven Prozessen auszustatten, die wiederum durch den effizienten Einsatz von Instrumenten unterstützt werden. Bestimmt wird dieses Vorgehen durch strategische Überlegungen im Rahmen der Risikostrategie, die wiederum Teil der Unternehmensstrategie ist, sowie einer daraus abgeleiteten Risikopolitik zur Steuerung der operativen Handlungen des Unternehmens. Das Ziel ist es, Risiken zu erkennen, zu beurteilen und zu bewältigen [Vgl. Hall1986, S. 9f].

Eine Risikostrategie im Unternehmen ist darauf bedacht, geeignete Maßnahmen des Risiko-Managements zu definieren, mit denen das Unternehmen in der Lage ist, eine Verminderung des unternehmerischen Risikos herbeizuführen. Wie in Abb. 4.1 dargestellt, gibt es dabei verschiedene mögliche Vorgehensweisen: Vermeidung, Verminderung, Übertragung und Selbsttragen des Risikos [Vgl. Hall1986, S. 31f; Schi2001, S. 279].



**Abb. 4.1 Elemente einer Risikostrategie**

Vermeidung von Risiko kann bedeuten, dass risikobehaftete Aktivitäten nicht ausgeführt werden [Vgl. Schi2001, S. 279]. Kupsch spricht hier auch von der „Wahl der Unterlassungsalternative“ [Kups1995, S. 537]. Allerdings kann eine zu sehr auf Vermeidung ausgerichtete Risikostrategie dazu führen, dass Innovationspotential im Unternehmen nicht ausgeschöpft wird, da Handlungsalternativen aufgrund des damit verbundenen Risikos nicht genutzt werden. Darüber hinaus spricht man auch von Vermeidung von Risiko, wenn z. B. verstärkte Zugangskontrollen sensible Bereiche im Unternehmen vor unberechtigtem Zutritt schützen.

Zur Verminderung von Risiko kann ein Unternehmen unterschiedliche Maßnahmen heranziehen. Training und Ausbildung von Mitarbeitern in der Handhabung und Bedienung von Maschinen reduziert z. B. die Wahrscheinlichkeit von Unfällen, Katastrophenpläne reduzieren die möglichen Auswirkungen von Umweltereignissen (z. B. Gebäudebrand). Dabei wird ein Unternehmen mit Katastrophenplänen eher die existenzbedrohenden Risiken adressieren. Aber auch betriebswirtschaftliche Risiken lassen sich selbstverständlich vermindern. So hilft z. B. eine umfassende Information über das Lieferverhalten von Lieferanten, das Risiko einer Fehlinformation zum Kunden zu vermindern. Dem Thema der Verminderung von Beschaffungs- bzw. Lieferrisiken wird sich diese Arbeit in nachfolgenden Abschnitten noch detaillierter widmen.

Eine Möglichkeit Risiko zu übertragen besteht durch den Abschluss von Versicherungs- oder Haftungsverträgen [Vgl. Schi2001, S. 279]. Dabei werden gezielt Leistungen zum Ausgleich von Verlusten von anderen Unternehmen bzw. Organisationen in Anspruch genommen, die sich auf eine solche Leistungserbringung spezialisiert haben. Kups spricht in diesem Zusammenhang auch von der Möglichkeit, Risiko zu zerlegen und auf mehrere Risikoträger oder Risikoobjekte im Unternehmen aufzuteilen (z. B. Dezentralisierung von Lagern) [Vgl. Kups1995, S. 538]. Im Zusammenhang mit Unternehmensnetzwerken kann ein „Übertragen von Risiko“ auch im Sinne von „Risiko teilen“ verstanden werden. Dabei wird das Gesamtrisiko im Unternehmensnetz auf die am Netzwerk beteiligten Unternehmen aufgeteilt.

Wie in Abb. 4.1 dargestellt wird es am Ende des Einsatzes der bisher beschriebenen Möglichkeiten zur Risikobewältigung immer ein Restrisiko geben, welches das Unternehmen selbst trägt. Verschiedene Ursachen können eine solche Vorgehensweise hervorrufen. Bei der Betrachtung eines Risikos und des Aufwandes, der zur Bewältigung des Risikos notwendig ist, kann es sich herausstellen, dass dieser Aufwand betriebswirtschaftlich nicht zu vertreten ist. In einem solchen Fall wird ein Unternehmen das Risiko lieber selbst tragen [Vgl. Kups1995, S. 539].

In der praktischen Umsetzung kommt es für ein Unternehmen darauf an, eine ausgewogene Mischung aus diesen strategischen Vorgehensweisen zu finden. Eine solche Mischung hängt von verschiedenen Faktoren ab. So kann z. B. bei einer bestimmten Produktgruppe oder bei einem bestimmten Produkt die Notwendigkeit bestehen, das Risiko durch eine Haftungsversicherung zu vermindern. In einem anderen Fall kann z. B. ein Absatzrisiko vermieden werden, indem der Markt in einem politischen Krisengebiet nicht bedient wird. Diese strategischen Entscheidungen müssen im Unternehmen also in konkrete operationale Handlungen überführt werden. Die Gesamtheit „[...] zielgerichte-

ter Maßnahmen [...] zur Minderung von Verlustgefahren bzw. deren Wirkungen“ [Eber2005, S. 44] lassen sich in der Risikopolitik des Unternehmens zusammenfassen.

Die Maßnahmen der Risikopolitik können in zwei Hauptgruppen unterteilt werden. Maßnahmen, die verhindern, dass Risiken und damit verbundene Verluste überhaupt auftreten, werden als „ursachenbezogen“ bezeichnet. Maßnahmen, die negative Auswirkungen von Risiken vermindern, nennt man „wirkungsbezogen“ [Vgl. Miku2001a, S. 17]. Kupsch spricht in diesem Zusammenhang von zwei Risikodimensionen und unterteilt die Risikohandhabung im Unternehmen in eine ursachenbezogene und eine wirkungsbezogene Risikopolitik [Vgl. Kups1995, S. 536f].

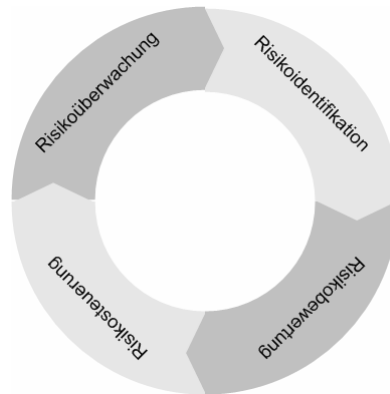
Der Schwerpunkt der ursachenbezogenen Risikopolitik ist somit die Verringerung der Eintrittswahrscheinlichkeit von Risiken. Hierzu eignen sich die bereits besprochenen strategischen Vorgehensweisen der Risikovermeidung bzw. Risikoverhütung. Ein wichtiger Aspekt ist dabei die Reduktion von Ungewissheit durch Informationsgewinnung. Je detaillierter mögliche Risiken (Eintrittswahrscheinlichkeit, Auswirkungen, Ursachen) beschrieben werden können, desto besser lassen sich die richtigen Maßnahmen zur Handhabung ableiten. Zur Risikoverhütung zählen auch Maßnahmen, die z. B. die Gefahr von menschlichem Fehlverhalten verringern [Vgl. Miku2001a S. 17].

Die wirkungsbezogene Risikopolitik konzentriert sich darauf, nach Eintritt von Risiken die dadurch herbeigeführten Wirkungen (Schäden bzw. Verluste) zu vermindern, zu begrenzen oder zu kompensieren [Vgl. Miku2001a, S. 17] Dazu eignen sich die strategischen Vorgehensweisen der Risikoverminderung, des Übertragens von Risiko und des Selbsttragens von Risiko. Hierzu zählt z. B. die Risikoteilung im Unternehmen durch die Einrichtung von mehreren dezentralen Produktionsstätten oder die Risikoverteilung auf verschiedene Unternehmen [Vgl. Schi2001, S. 285].

Mit der Definition der richtigen Risikostrategie und der daraus abgeleiteten Risikopolitik wird eine unternehmensspezifische Handhabung von Risiko festgelegt. Dies ist ein wichtiger Baustein des Risiko-Managements. Damit die Risikopolitik auch umgesetzt werden kann, muss ein Unternehmen geeignete Organisationsformen finden, Prozesse definieren und implementieren sowie unterstützende Werkzeuge auswählen. Im Rahmen dieser Arbeit wird auf die ausführliche Betrachtung aller Elemente eines Risiko-Managements verzichtet. Vielmehr konzentrieren sich die weiteren Betrachtungen auf jene Elemente, die in den Ausführungen der weiteren Abschnitte eine Rolle spielen. Hierzu zählt der Risiko-Management Prozess.

Um mit Risiken im Unternehmen umgehen zu können, müssen diese identifiziert, bewertet, gesteuert und überwacht werden. Deshalb ist es naheliegend den Risiko-

Management Prozess in 4 Teilphasen zu unterteilen [Vgl. Eber2005, S. 45]. Wie in Abb. 4.2 dargestellt handelt es sich dabei um einen zyklischen Prozess.



[Vgl. Eber2005, S. 46]

**Abb. 4.2 Prozessschritte im Risiko-Management**

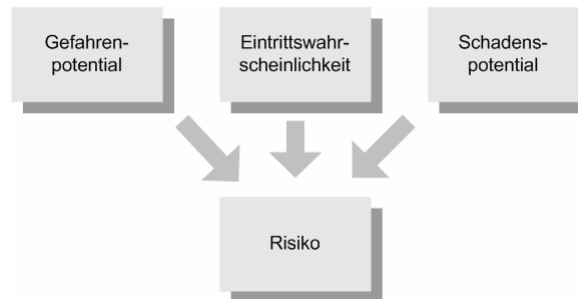
Mikus und Kupsch subsumieren Risikoidentifikation und Risikobewertung mit dem Begriff der Risikoanalyse [Vgl. Kups1995, S. 534-536; Miku2001a, S. 13]. Die Aufgabe der Risikoanalyse besteht dabei in der „[...] die Gewinnung von Informationen über Risikoursachen und deren Einflussgrößen sowie über die mögliche Schadenshöhe in einer Risikosituation“ [Kups1995, S. 534]. Die Risikoanalyse sollte somit ein Teil des betrieblichen Planungsprozesses sein. Wird sie parallel zum unternehmerischen Planungsprozess durchgeführt so spricht man von einer simultanen Risikoanalyse, werden die erstellten Pläne mit Hilfe der Risikoanalyse einer anschließenden Überprüfung unterzogen so spricht man von sukzessiver Risikoanalyse.

Es erscheint wichtig, dass zunächst alle Risiken vollständig identifiziert werden. Diese Risikoidentifikation betrifft sowohl neu entstandene Risiken, als auch Änderungen bei früher erkannten und bereits behandelten Risiken [Vgl. Miku2001b, S. 76]. In der Phase der Risikoidentifikation wird somit in einem festgelegten zeitlichen Raster eine kontinuierliche Risikoinventarisierung im Unternehmen durchgeführt und eine entsprechende Risikoliste gepflegt. Unterstützt wird diese Phase durch vielfältige Methoden, die zur Auffindung von Risiken eingesetzt werden können. Neben Betriebsbesichtigungen oder der Verwendung von unternehmensspezifischen Risikochecklisten können komplexere Methoden, wie z. B. die Fehlerbaumanalyse oder Input-Output-Analysen zur Anwendung kommen [Vgl. Eber2005, S. 49; Kups1995, S. 536].

Die vollständige Erfassung der Risiken in dieser Risikoliste ist eine notwendige Voraussetzung, um in einem zweiten Schritt eine Risikobewertung durchführen zu können. Das Ziel dieser Risikobewertung ist es, eine „Rangliste“ der Risiken zu erstellen, auf Basis derer das Unternehmen konkrete, damit verbundene Handlungen priorisieren kann. Wie



kommt man nun zu dieser Rangliste der Risiken? Dazu ist zunächst mit Hilfe einer Ursachen-Wirkungs-Analyse festzustellen, welche potentiellen Wirkungen (Gefahrenpotential, Schadenspotential) Risiken haben und wie hoch deren Eintrittswahrscheinlichkeit ist (siehe Abb. 4.3) [Vgl. Eber2005, S. 50f; Miku2001b, S. 77; Schi2001, S. 283].



**Abb. 4.3 Ursache-Wirkungsanalyse bei der Bewertung von Risiken**

Die Risiken werden somit sowohl in qualitativer als auch in quantitativer Hinsicht betrachtet und auf Basis dieser Bewertungsergebnisse, sortiert nach Eintrittswahrscheinlichkeit und Risikograd, in eine Reihenfolge gebracht, wobei die Risiken mit hoher Eintrittswahrscheinlichkeit und hohem Risikograd an vorderster Stelle stehen [Vgl. Thie2003, S. 35-42]. Sollten bei der Bewertung der Risiken bereits Maßnahmen bzw. Kontrollen zur Behandlung festgestellt werden, so ist es ratsam, diese festzuhalten, um sie dann in der Risikosteuerung zu berücksichtigen. Dies gilt auch für evtl. festgestellte Abhängigkeiten zwischen verschiedenen Risiken.

Sind alle möglichen Risiken erkannt, bewertet und in eine Rangfolge gebracht, so werden in der Phase der Risikosteuerung geeignete Maßnahmen festgelegt und Entscheidungen getroffen, um die Risiken für das Unternehmen zu bewältigen. Mit den Mitteln der Risikosteuerung sollen „[...] nicht akzeptable Risiken vermieden und nicht vermeidbare Risiken auf ein akzeptables Maß reduziert werden“ [Eber2005, S. 52]. Haller spricht in diesem Zusammenhang auch von Sicherungsmaßnahmen, die getroffen werden müssen [Vgl. Hall1986, S. 31]. Hierbei kommen die in der Risikostrategie festgelegten Verfahren und Vorgehensweisen zum operativen Einsatz, wie Risikovermeidung, Risikoverminderung, Risikoübertragung und Risikoselbsttragung.

In der Phase der Risikoüberwachung soll kontrolliert werden, inwiefern die im Rahmen der Risikosteuerung festgelegten Maßnahmen wirksam sind [Vgl. Thie2003, S. 45]. Dabei wird sowohl auf die Umsetzung der Maßnahmen in den einzelnen Abteilungen und Bereichen des Unternehmens geachtet, als auch auf die Ergebnisse, die bei der Umsetzung erzielt werden [Vgl. Eber2005, S. 53]. Wenn nun eingeleitete Maßnahmen nicht den gewünschten Erfolg zeigen, wenn Änderungen in den Umweltbedingungen Korrekturen erfordern oder wenn im Laufe der Zeit neue Risiken entstehen sind Anpassungen

nötig. Aus diesen Gründen muss der Risiko-Management Prozess immer wieder zyklisch durchlaufen werden (siehe Abb. 4.2).

An dieser Stelle sei auf den Begriff des Risikocontrollings hingewiesen, der nicht mit der oben beschriebenen Risikoüberwachung verwechselt werden sollte. Vielmehr wird unter Risikocontrolling „[...] die Aufgabe der Bereitstellung einer vollständigen, zuverlässigen und zeitnahen Informationsbasis“ verstanden, „[...] die die relevanten Informationen bezüglich potentieller Risiken und auch Chancen [...] enthält“ [GöGH2001, S. 104]. In diesem Sinne subsumiert Risikocontrolling alle Aufgaben die im Risiko-Management Prozess auszuführen sind, wie etwa die Aufgabe der Risikoidentifikation, der Risikobewertung, der Risikosteuerung und der Risikoüberwachung. Außerdem beschreibt das Risikocontrolling auf der Basis einer informationsorientierten Controlling-Konzeption die für die Informationsbereitstellung notwendigen Verfahren und Werkzeuge.

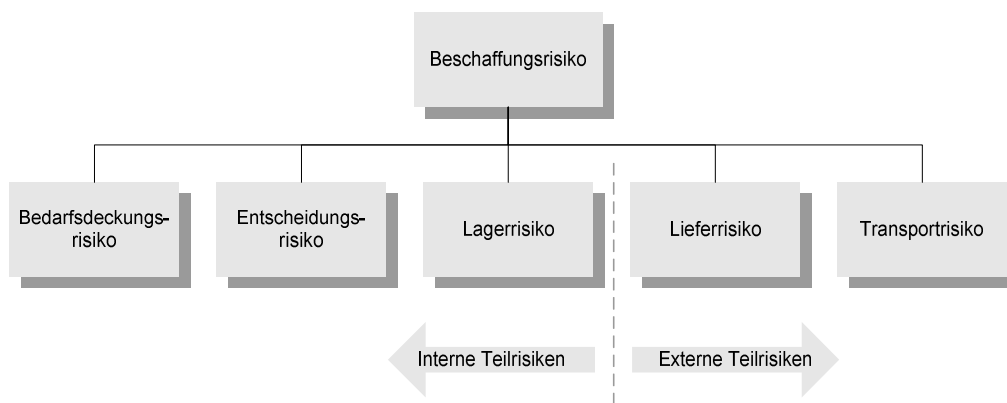
Mit diesen allgemeinen Betrachtungen zum Risiko und Risiko-Management sind die begrifflichen Grundlagen gelegt für eine spezifischere Betrachtung des Beschaffungsbereichs. Bevor allerdings detailliert auf die Risikoaspekte in Liefernetzen eingegangen wird, soll im nächsten Abschnitt zunächst ein Überblick über Risiken und deren Handhabung bei der Versorgung des Unternehmens mit Gütern und Dienstleistungen gegeben werden.

#### **4.1.4 Beschaffungsrisiken und deren Auswirkungen und Handhabung**

Die Aufgabe des Beschaffungsbereichs im Unternehmen ist die Sicherstellung der Versorgung der in der Produktion benötigten, nicht selbst erzeugten Güter (auch Produktionsfaktoren genannt) [Vgl. Rogl2001, S. 213]. Hierbei verfolgt die Beschaffung das Ziel, die Güter in der richtigen Menge, in der richtigen Qualität, zum richtigen Zeitpunkt am richtigen Ort und zu einem minimalen Preis bereitzustellen [Vgl. Eber2005, S. 69]. Es ist offensichtlich, dass bei der Erfüllung dieser Aufgaben Risiken auftreten können. Rogler definiert den Begriff Beschaffungsrisiko als die Summe aller „[...] Verlustgefahren, die bei der Bereitstellung der Produktionsfaktoren bzw. die bis zum Einsatz der Produktionsfaktoren in der Produktion auftreten“ [Rogl2001, S. 214]. Zsidisin erweitert den Begriff des Beschaffungsrisikos in seiner grundlegenden Untersuchung („A grounded definition of supply risk“) und definiert ihn „[...] as the probability of an incident associated with inbound supply from individual supplier failures or the supply market occurring, in which its outcomes result in the inability of the purchasing firm to meet customer demand or cause threats to customer life and safety“ [Zsid2003, S. 222]. Damit sind die Auswirkungen gemeint, die das Beschaffungsrisiko auf der Kundenseite

des Unternehmens verursachen kann. Die Risiken, die mit der Beschaffung von Gütern und Services verbunden sind, haben somit direkten Einfluss auf die Produktion und können indirekten Einfluss nehmen auf die Verpflichtungen, die ein Unternehmen seinen Kunden gegenüber eingegangen ist. Es ist deshalb angebracht, die möglichen Beschaffungsrisiken etwas näher zu beleuchten.

Auf Basis der verschiedenen Aufgabenblöcke und Beteiligten am Beschaffungsprozess erscheint es sinnvoll, das Beschaffungsrisiko in Teilrisiken aufzuteilen [Vgl. Rogl2001, S. 214]. Eine erste grobe Einteilung folgt dabei der Risikoherkunft (extern oder intern). Lieferrisiko und Transportrisiko werden hierbei als externe Teilrisiken bezeichnet, Bedarfsdeckungsrisiko, Lagerrisiko und Entscheidungsrisiko sind interne Teilrisiken (siehe Abb. 4.4).



[Vgl. Eber2005, S. 20]

**Abb. 4.4 Aufteilung des Beschaffungsrisikos in Teilrisiken**

Unter Bedarfsdeckungsrisiko versteht man das Risiko, dass benötigte Produktionsfaktoren am Markt nicht verfügbar sind. Dies ist insbesondere dann für das Unternehmen problematisch, wenn bereits entsprechende Kundenaufträge angenommen wurden. Produktionsprozesse, die dem Prinzip des „Build-to-Order“ oder „Configure-to-Order“ folgen, erfordern deshalb besondere Vorkehrungen in der Beschaffung (z. B. alternative Bezugsquellen, Vorratshaltung), um das Bedarfsdeckungsrisiko zu verringern.

Das Entscheidungsrisiko bezieht sich auf die Problematik, dass bei der Planung des Bedarfs an Produktionsfaktoren Fehler auftreten bzw. fehlerhafte Entscheidungen getroffen werden. Dies kann z. B. aufgrund einer falschen Beurteilung von saisonalen Schwankungen oder auch aufgrund zu ungenauer Absatzprognosen erfolgen.

Produktionsfaktoren, die das Unternehmen auf Lager legt, sind verschiedenen Risiken ausgesetzt. Sie können z. B. verderben oder gestohlen werden. Es kann auch vorkommen, dass der Preis für Produktionsfaktoren während der Zeit der Lagerung fällt. Dies

stellt ein Wertrisiko dar. Alle diese verschiedenen Risiken werden unter dem Begriff Lagerrisiko subsumiert.

Die externen Teilrisiken Lieferrisiko und Transportrisiken lassen sich auch unter dem Begriff Versorgungsrisiko zusammenfassen. Damit sind alle externen Einflüsse gemeint, die zu Störungen bei der Beschaffung von Produktionsfaktoren führen können [Vgl. Hain1995, S. 9]:

- **Nichtlieferung**  
Die Produktionsfaktoren werden überhaupt nicht geliefert (z. B. aufgrund von Diebstahl, Produktionsausfall beim Lieferanten, Konkurs).
- **Lieferverzug**  
Die Produktionsfaktoren werden verspätet geliefert (z. B. Teillieferungen aufgrund von Kapazitätsproblemen in der Produktion beim Lieferanten, Verzögerungen beim Transport).
- **Falschliefierung/Schlechtliefierung**  
Die Produktionsfaktoren werden an den falschen Ort geliefert oder ihre Qualität ist minderwertig (z. B. falsche Lieferadressen, Verwendung schlechter Rohstoffe).
- **Lieferpreisabweichung**  
Die Produktionsfaktoren stehen nicht zu dem ursprünglich verhandelten Preis zur Verfügung (z. B. aufgrund von erhöhten Produktionskosten, die etwa durch Rohstoffverknappung verursacht wurden).

Die Versorgungsrisiken lassen sich somit anhand der Dimensionen Menge, Zeit, Qualität, Ort und Preis strukturieren, um die dafür verantwortlichen Ursachen zu erfassen und angemessene Handlungsoptionen abzuleiten [Vgl. Eber2005, S. 72-74]. Da es in dieser Arbeit vor allem auf die Gestaltung von Liefernetzen ankommt, werden im Folgenden die Teilrisiken Lieferrisiko und Transportrisiko detaillierter betrachtet [Vgl. Eber2005, S. 72-75; Rogl2001, S. 214-218].

Tab. 4.3 stellt beispielhaft mögliche Ursachen für Lieferrisiken dar und zeigt auf, mit welchen Handlungen die damit verbundenen Auswirkungen verringert werden können.

In Bezug auf die bestellte Menge eines Produktionsfaktors mag es vorkommen, dass ein damit beauftragter Lieferant überhaupt nicht liefern kann. Dies kann z. B. dann auftreten, wenn der Lieferant aufgrund eines Konkurses seinen Lieferverpflichtungen nicht mehr nachkommt. Ausfälle von Produktionsmaschinen oder Verknappung von Rohstoff-

fen können dazu führen, dass der Auftrag zur Lieferung nur zu einem Teil vom Lieferanten erfüllt wird.

<b>Lieferrisiko</b>		
<b>Dimensionen</b>	<b>Ursachen</b>	<b>Handlungsoptionen</b>
Menge	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vollständiger Produktionsausfall beim Lieferanten</li> <li>• Lieferant kann nur Teilmenge produzieren und liefern</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorhalten von Alternativlieferanten</li> <li>• Verteilung des Bedarfs auf mehrere Lieferanten</li> <li>• Eigene Lagerhaltung als Mengepuffer</li> </ul>
Zeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lieferung kann nicht zum vereinbarten Zeitpunkt stattfinden</li> <li>• Zum vereinbarten Zeitpunkt kann nur eine Teilmenge geliefert werden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verteilung des Bedarfs auf mehrere Lieferanten</li> <li>• Eigene Lagerhaltung als Mengen- und Zeitpuffer</li> </ul>
Qualität	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gelieferte Güter sind von mindererwertiger Qualität</li> <li>• Gelieferte Güter können nicht weiterverarbeitet werden</li> <li>• Gelieferte Güter entsprechen nicht den vereinbarten Spezifikationen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erhöhung der Loyalität der Lieferanten durch langfristige Verträge</li> <li>• Aufbau der Geschäftsbeziehungen auf einer Zweigewinner-Strategie</li> <li>• Aufbau von Entwicklungspartnerschaften</li> </ul>
Ort	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lieferant schickt Güter an falschen Ort</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Automatisierung der Bestellvorgänge</li> <li>• Regelmäßige Abgleich der Stammdaten</li> </ul>
Preis	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lieferant verlangt höheren Lieferpreis (z. B. aufgrund von gestiegenen Rohstoffpreisen, Monopolsituationen)</li> <li>• Marktpreis sinkt unter den im Liefervertrag festgelegten Fixpreis</li> <li>• Einkaufsvolumen ist zu gering, um besseren Preis zu erhalten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preisvereinbarungen in den Verträgen flexibel gestalten.</li> <li>• Bildung von Einkaufsgemeinschaften</li> </ul>

**Tab. 4.3 Dimensionen, Ursachen und Handlungsoptionen zur Handhabung von Lieferrisiken**

In der Praxis häufig vorkommende Lieferprobleme betreffen die Dimension Zeit. Hierbei ist ein Lieferant nicht in der Lage, die Lieferung zu einem beim Bestellvorgang vereinbarten Zeitpunkt („Bestätigte Lieferzeit“) durchzuführen. In der Regel kommt es zwar nicht zu Ausfällen, der Lieferant kann jedoch die vereinbarte Menge erst verspätet liefern.

Die Qualität von Produktionsfaktoren hat normalerweise einen direkten Einfluss auf die Qualität des Endproduktes. Ein beschaffendes Unternehmen baut somit in der eigenen Produktion auf die Qualität der gelieferten Güter auf. Qualität zu prüfen ist in der Regel eine zeit- und kostenintensive Aufgabe und wird in der Praxis aus wirtschaftlichen Gründen nur anhand von Stichproben beim Wareneingang durchgeführt. Die Intensität

dieser Stichproben steht in einem direkten Verhältnis zum Maß des Vertrauens, das ein nachfragendes Unternehmen zu seinem Lieferanten hat.

Eine beim Bestellvorgang falsch erfasste Lieferadresse oder eine schlechte Qualität der Kundendaten beim Lieferanten kann dazu führen, dass eine Lieferung an den falschen Ort versendet wird.

Risiken in der Dimension Preis können dadurch entstehen, dass z. B. der Marktpreis von Gütern während der Laufzeit des Liefervertrages sinkt und im Vertrag ein Fixpreis vereinbart wurde, der nicht automatisch den Gegebenheiten des Marktes angepasst wird. Damit ergibt sich ein finanzielles Risiko beim beschaffenden Unternehmen, das stark abhängig ist von der vereinbarten Laufzeit und der Dynamik des Marktes (z. B. Preise für Speicherchips). Eher selten entsteht ein Lieferpreisrisiko beim beschaffenden Unternehmen durch Preiserhöhungen (z. B. durch signifikant gestiegene Rohstoffpreise im Stahlsektor), die der Lieferant durchsetzen will. Obwohl eine Preiserhöhung in der Praxis im Vertrag meistens ausgeschlossen wird, ist im konkreten Fall immer zu prüfen, ob es im Hinblick auf eine solide Geschäftsbeziehung nicht ratsam ist, neue Preisverhandlungen durchzuführen.

In konkreten Liefersituationen treten diese Risikodimensionen durchaus auch in Kombination auf. Ein minderwertiges Gut, das vom beschaffenden Unternehmen an den Lieferanten retourniert wird, verursacht ein zeitliches Problem in der eigenen Produktion. Ein an einen falschen Ort geliefertes Gut muss an den richtigen Ort weitergeleitet werden, was sowohl zeitliche Probleme als auch zusätzliche Kosten (wenn das beschaffende Unternehmen die Transportkosten tragen muss) verursacht.

Welche Möglichkeiten hat das beschaffende Unternehmen nun, um die oben beschriebenen Risiken zu verringern? Es kann von vornherein bereits Alternativlieferanten vorhalten („Stand-by“ Prinzip) bzw. den Bedarf an Produktionsfaktoren von mehreren Lieferanten abdecken lassen. Damit können sowohl die Auswirkungen, die der Komplett- oder Teilausfall eines Lieferanten verursacht (Dimension Menge), als auch Auswirkungen durch etwaige Lieferverzögerungen (Dimension Zeit) reduziert werden. Gegenläufig ist hier allerdings der Effekt, dass die Nachfragemacht des Unternehmens durch die Aufteilung des Bedarfs beim einzelnen Lieferanten geringer ist, was sich normalerweise negativ auf den zu erzielenden Preis (Dimension Preis) auswirkt.

Je nach Wichtigkeit der Produktionsfaktoren für die eigene Produktion kann ein beschaffendes Unternehmen die Verfügbarkeit (Dimension Menge und Zeit) dadurch absichern, dass ein eigenes Vorratslager für diese Güter angelegt wird. Dies impliziert allerdings ein zusätzliches Lagerrisiko.

Langfristige Verträge zwischen Lieferanten und beschaffendem Unternehmen erhöhen in der Regel die Loyalität des Lieferanten. Dabei ist aber darauf zu achten, dass dies auf Basis einer Zweigewinner Strategie erfolgt, um das nötige Maß an gegenseitigem Vertrauen zu schaffen. Eine auf gegenseitiges Vertrauen aufgebaute Geschäftsbeziehung hat normalerweise einen positiven Effekt auf die darüber stattfindenden Transaktionen (Dimension Qualität und Zeit). Im Gegenzug kann eine rein auf kurzfristige Kostenoptimierung ausgelegte Lieferantenstrategie des beschaffenden Unternehmens dazu führen, dass mittel- bis langfristig die Qualität der Güter zurückgeht (wie Erfahrungen z. B. in der Automobilindustrie zeigen).

Ein weiterer positiver und damit risikoreduzierender Effekt (Dimension Qualität, Zeit und Menge) hat die Bildung von Entwicklungspartnerschaften. Damit ist die frühzeitige Einbindung der Lieferanten in den Produktentwicklungsprozess gemeint. Dies schafft Vertrauen und vermittelt dem Lieferanten den Eindruck, einen wichtigen Beitrag für die Wertschöpfung des beschaffenden Unternehmens zu leisten.

Darüber hinaus lassen sich vertraglich Regelungen treffen, die z. B. bei der Nichteinhaltung von Lieferzusagen Konventionalstrafen vorsehen. Je nach Vereinbarung kann dies durchaus einen positiven Effekt auf das Lieferrisiko haben (Dimension Menge und Zeit). Hierbei handelt es sich allerdings um Druckmittel, die in den meisten Fällen nicht geeignet sind, um gegenseitiges Vertrauen zu schaffen.

Ein weiterer wichtiger Faktor zur Reduktion von Risiken in Lieferantenbeziehungen ist der Austausch von korrekten Informationen. Lieferungen an falsche Orte lassen sich dadurch vermeiden, dass z. B. Bestellungen elektronisch übermittelt werden bzw. die Kundenstammdaten beim Lieferanten regelmäßig auf ihre Richtigkeit hin überprüft werden.

Je nach Branche kann sich der Preis für ein Gut sehr dynamisch gestalten, so dass mit der Vereinbarung von Fixpreisen in Verträgen vorsichtig agiert werden sollte. So wird ein Unternehmen der Hightech Industrie (z. B. Speichermodule, Festplatten) eher flexible Preisvereinbarungen eingehen, um schnell auf Marktpreisänderungen reagieren zu können. Weiterhin gestaltet sich der Preis für ein Gut meist auch in Abhängigkeit von der Bestellmenge. Gerade im Bereich der kleineren und mittleren Unternehmen ist es deshalb von Vorteil, Einkaufsgemeinschaften zu bilden, um einen günstigeren Preis zu erwirtschaften.

Die hier dargestellten Handlungsoptionen sollen Beispiele darstellen für mögliche Aktionen, die ein Unternehmen ergreifen kann, um das Lieferrisiko zu verringern. Eine vollständige Aufarbeitung und Darstellung aller Handlungsoptionen würde den Rahmen

dieser Arbeit sprengen. Vielmehr wurde auf diejenigen Handlungsoptionen eingegangen, die im weiteren Verlauf der Arbeit bei der Betrachtung von kritischen Teilnetzen und kritischen Knoten eine Rolle spielen. Wie bereits weiter oben erwähnt, besteht das Versorgungsrisiko aus Lieferrisiko und Transportrisiko. Die folgenden Abschnitte gehen deshalb detailliert auf die Aspekte des Transportrisikos ein, indem auch hierbei Ursachen und mögliche Handlungsoptionen in den Dimensionen Menge, Zeit, Qualität, Ort und Preis besprochen werden [Vgl. Eber2005, S. 74; Rogl2001, S. 218-221]. Tab. 4.4 gibt hierzu einen Überblick.

<b>Transportrisiko</b>		
<b>Dimensionen</b>	<b>Ursachen</b>	<b>Handlungsoptionen</b>
Menge	<ul style="list-style-type: none"> <li>Güter gehen auf dem Transport verloren (z. B. Diebstahl) oder werden vernichtet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Eigene Lagerhaltung als Mengepuffer</li> </ul>
Zeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zeitliche Verzögerungen durch logistische Planungsfehler (z. B. falsche Wahl des Transportmittels)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verringerung der Abhängigkeit von Transporten durch Wahl einer lokalen Sourcing Strategie</li> </ul>
Qualität	<ul style="list-style-type: none"> <li>Beschädigung der Güter auf dem Transport (unsachgemäßer Umgang, falsche Verpackung)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Eigene Lagerhaltung als Mengepuffe</li> </ul>
Ort	<ul style="list-style-type: none"> <li>Transporteur liefert Ware an den falschen Ort</li> <li>Transport des Gutes aufgrund von globalen Einflüssen (z. B. politischen Krisen) nicht möglich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Automatisierung der Informationsübertragung</li> <li>Lokale Beschaffung der Güter (Lokale Sourcing Strategie)</li> </ul>
Preis	<ul style="list-style-type: none"> <li>Verknappung von Transportkapazitäten erhöhen den Preis</li> <li>Abhängigkeit der Transportmittel von bestimmten Rohstoffen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reduzierung der Abhängigkeit von einem Transportmittel (Streuung)</li> </ul>

**Tab. 4.4 Dimensionen, Ursachen und Handlungsoptionen zur Handhabung von Transportrisiken**

Güter können beim Transport verloren gehen, vernichtet oder gestohlen werden. Dieses Transportmengenrisiko ist um so größer, je länger die Transportwege sind und je häufiger es zum Wechsel des Transportmittels kommt. Bei internationalen Transporten ist es sogar üblich, dass verschiedene Transporteure den Gesamttransport bewerkstelligen. Dadurch entstehen zusätzliche Gefahrenübergänge zwischen Unternehmen, die die Transparenz des Gütertransports verringern.

Für die Risikodimension Zeit gelten im Wesentlichen dieselben Aussagen wie für die Dimension Menge: Je länger die Transportwege, je häufiger ein Wechsel von Transportmitteln oder Transporteuren stattfindet, desto höher ist das Risiko, dass sich Transporte verspäten.

Beeinträchtigungen der Qualität der Güter können durch unsachgemäßen Umgang beim Transport entstehen. So kann auch die Wahl des Verpackungsmaterials und der Verpackungsart ein Risiko darstellen (z. B. Holzkiste vs. Pappkarton).



Fehler in der Routenplanung beim Transporteur oder falsche Beladung von Transportmitteln kann dazu führen, dass die Güter an den falschen Ort transportiert werden. Einen wichtigen Einfluss hat auch hier die Übertragung der korrekten Lieferadressinformation vom Lieferanten zum Transporteur. Bei globalen, grenzüberschreitenden Transportwegen können allerdings auch äußere Einflüsse bzw. höhere Gewalt (z. B. politische Krisen, Umweltkatastrophen) dazu führen, dass Güter nicht am richtigen Ort ankommen.

Der Preis bzw. die Kosten für den Transport werden von externen Faktoren beeinflusst. So sind viele Transportmittel (z. B. Lastwagen, Schiffe) direkt abhängig vom Öl und die damit verbundenen Kosten verändern sich mit dem Ölpreis. Kommt es zur Verknappung von Transportmitteln (z. B. Containerschiffskapazität von Europa nach Nordamerika aufgrund von Insolvenzen), so hat dies einen negativen Einfluss auf den Transportpreis.

Zur Reduzierung des Transportrisikos hat das Unternehmen auch hier wieder verschiedene Handlungsoptionen, die den verschiedenen Risikodimensionen zugeordnet werden können. Ein wesentlicher Aspekt, der nahezu alle Dimensionen positiv beeinflusst, ist die Anwendung einer lokalen Beschaffungsstrategie („Local Sourcing“). Es werden kürzere Transportwege benötigt, die oft nur noch regional begrenzt sind. Die Transporteure sind dabei in der Lage, die Ware direkt, ohne Umladungen bzw. ohne Wechsel der Transportmittel zuzustellen.

Ein weiterer Effekt, der Risiken reduziert (Dimensionen Menge, Zeit, Qualität), ist die Verteilung der Gesamttransportmenge auf mehrere Transportvorgänge mit unterschiedlichen Transportwegen und –mitteln. Sollte es allerdings bei der Streuung notwendig sein, auf verschiedene Transporteure zurückzugreifen, so kann dies wiederum einen negativen Einfluss auf die Risikodimension Preis haben.

Zusammenfassend lässt sich anführen, dass sich das Beschaffungsrisiko im Unternehmen sowohl in unternehmensinterne als auch in unternehmensexterne Teilrisiken aufteilen lässt. Im Rahmen dieser Arbeit sind die externen Teilrisiken Lieferrisiko und Transportrisiko von besonderem Interesse. Sie lassen sich unter dem Begriff Versorgungsrisiko subsumieren und in die Dimensionen Menge, Zeit, Qualität, Ort und Preis strukturieren. Bei den bisherigen Betrachtungen wurde noch kein spezieller Fokus auf die Betrachtung von Versorgungsrisiken in Liefernetzen gelegt. Diesem Thema widmet sich der nächste Abschnitt

#### 4.1.5 Risiken in strategischen Liefernetzen

Den im vorigen Abschnitt durchgeführten Betrachtungen zu Risiken in der Versorgung des Unternehmens mit Produktionsfaktoren wurden direkte Lieferantenbeziehungen zugrunde gelegt. Um den Paradigmenwechsel vom direkten Lieferanten zum strategischen Liefernetzwerk vollziehen zu können, müssen sowohl die bisher erarbeiteten Ergebnisse in den Kontext der Wertschöpfungsnetzwerke transformiert, als auch Besonderheiten von Risiken in Wertschöpfungsnetzwerken herausgearbeitet werden.

Strategische Netzwerke sind „[...] long-term, purposeful arrangements among organizations that allow the operating organizations to get long-term sustainable competitive advantage“ [HKP+2004, S. 48]. Strategische Unternehmensnetzwerke werden also geschmiedet, um langfristige Wettbewerbsvorteile zu schaffen und zu bewahren. Das und Teng sprechen von strategischen Allianzen als kooperative Arrangements zwischen Firmen, die deshalb aufgebaut werden, weil „[...] any single firm finds it either too difficult or too costly to pursue worthwhile business objectives on its own“ [DaTe1999, S. 50]. Ein Antrieb zur Formung von Wertschöpfungsnetzwerken besteht also darin, gemeinsam größere Aufgaben und Geschäftschancen bewältigen zu können, als es einem Einzelunternehmen möglich wäre. Gemeinsames Ziel ist es also, Ressourcen von unterschiedlichen Unternehmen sinnvoll zu kombinieren. Bei einer solchen Kombination ist es offensichtlich, dass neben den Chancen auch Risiken auftreten, da „[...] the individual companies operating in the network are dependent on the resources of the other network companies, and the possibilities of the individual organization to utilize these resources are determined by their place in the network“ [HKP+2004, S. 48]. Durch die Vernetzung entsteht somit eine Abhängigkeit zwischen den Unternehmen. Je nach seiner jeweiligen Stellung im Netzwerk kann das Unternehmen diese Abhängigkeit selbst kontrollieren und steuern. Es ist ein natürliches Bestreben von Unternehmen, „[...] to obtain maximum returns from the resources they commit to the alliances, while paying close attention to the risks they are exposed to“ [DaTe1998, S. 22]

Welche Risiken ergeben sich nun beim Aufbau und Betrieb von strategischen Liefernetzen? Das und Teng sprechen von zwei möglichen Kategorien von Risiken: Verhaltensrisiken („Relational Risk“) und Leistungsrisiken („Performance Risk“) [Vgl. DaTe1999, S. 51]. Das Verhaltensrisiko bezeichnet dabei die Wahrscheinlichkeit, dass ein beteiligtes Unternehmen Engagement für das Netzwerk vermissen lässt bzw. durch opportunistische Aktivitäten sogar das Netzwerk unterminiert. Ein solches opportunistisches Verhalten zeigt sich z. B. darin, dass sich das jeweilige Unternehmen seinen Aufgaben entzieht, Informationen verschleiert oder nicht akzeptable Produkte und Dienstleistungen in das Netzwerk einbringt.

Ein wichtiger beeinflussender Faktor für das Verhaltensrisiko ist das Vertrauen, das die jeweiligen Unternehmen in das Netzwerk und in die beteiligten Unternehmen haben. Ring und Van de Ven bezeichnen Vertrauen als „[...] confidence in the other's goodwill“ [RiVa1992, S. 488] Sie gehen davon aus, dass jede Transaktion zwischen Partnern und somit auch zwischen Partnern in einem Netzwerk auf einem gewissen Maß an Vertrauen aufgebaut ist. Vertrauen ist nicht einfach da, sondern muss entstehen und wachsen. Je öfter Unternehmen erfolgreich mit anderen Unternehmen zusammenarbeiten, desto mehr Vertrauen wird sich zwischen diesen Unternehmen aufbauen. Je mehr positive Reputation ein Unternehmen am Markt erhält, desto vertrauenswürdiger wird es von anderen Unternehmen eingestuft [Vgl. RiVa1992, S. 489].

Ein Leistungsrisiko kann jedoch selbst dann auftreten, wenn alle Partner im Netzwerk engagiert und vertrauensvoll ein gemeinsames Ziel verfolgen. Dieses Leistungsrisiko kann beeinflusst werden durch Umweltfaktoren (z. B. politische Entscheidungen), Marktfaktoren (z. B. veränderte Absatzchancen, veränderte Wettbewerbsbedingungen) und unternehmensinterne Faktoren (z. B. Ausfall von Produktionsanlagen) [Vgl. DaTe1999, S. 51]. Die Leistungsrisiken sind somit vergleichbar mit den im vorigen Abschnitt betrachteten Beschaffungsrisiken im Kontext von direkten Lieferanten. Die Einteilung des Leistungsrisikos von Liefernetzwerken in die Dimensionen Menge, Zeit, Qualität, Ort und Preis erscheint deshalb ebenso sinnvoll. Diesem Ansatz wird in den folgenden Abschnitten bei der Betrachtung von kritischen Knoten in Wertschöpfungsnetzwerken gefolgt.

Gibt es neben dem Verhaltens- und Leistungsrisiko noch andere Faktoren, die Risiken in Liefernetzwerken beeinflussen? Insbesondere bei großen Netzwerken bekommt Transparenz eine wichtige Bedeutung: sowohl Transparenz, welche Unternehmen welchen Wertschöpfungsbeitrag leisten, als auch Informationstransparenz. Der regelmäßige, zeitgerechte und offene Austausch von Informationen vermindert das Risiko der Informationsasymmetrie und unterstützt die Reduzierung von technologischen und kommerziellen Risiken [Vgl. RiVa1992, S. 489].

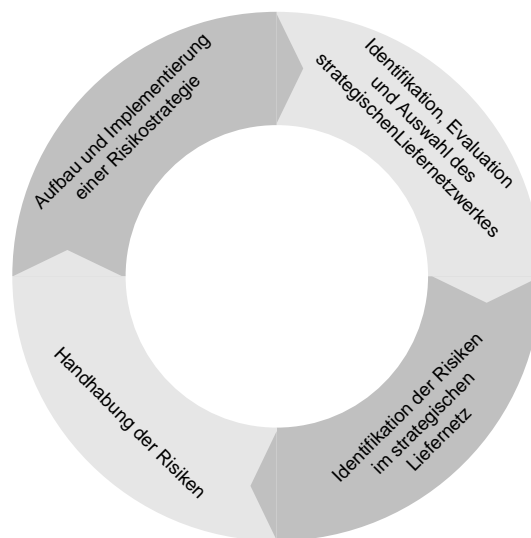
Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Stabilität eines Netzwerkes. Je stabiler ein Liefernetzwerk ist, desto eher können die Versorgungsrisiken reduziert werden. Die Stabilität eines Wertschöpfungsnetzwerkes lässt sich dabei durch folgende Maßnahmen erhöhen [Vgl. HaBH2003, S. 55]:

- Entwurf einer geeigneten Struktur des Wertschöpfungsnetzwerkes (z. B. Fokal, Markt, Hierarchie)

- Entwicklung und Einsatz von angemessenen Methoden zur Selektion, Evaluierung und zur Beobachtung des Wertschöpfungsnetzwerkes (siehe hierzu auch die Ausführungen in Kapitel 2 und 3)
- Entwicklung und Einsatz von Methoden zur Qualifizierung von Knoten in Wertschöpfungsnetzwerken (z. B. Anreize, Risikoaufteilung)
- Abschluss einer Vereinbarung, wie Risiken gemeinsam behandelt und Vorteile verteilt werden.

In Bezug auf die Struktur von Liefernetzwerken lässt sich in der Praxis beobachten, dass die Unternehmen bestrebt sind, die Anzahl der direkten Lieferanten zu reduzieren. Dies kann dazu führen, dass bisher als direkte Lieferanten angebundene Unternehmen in die nächste Ebene des Liefernetzwerkes wandern [Vgl. HaVT2002, S. 49].

Um die mit Wertschöpfungsnetzwerken verbundenen Risiken zu erkennen, zu steuern und zu kontrollieren, sowie in geeignetem Maße zu reduzieren ist ein Risikomanagement Prozess notwendig, der, wie in Abb. 4.5 dargestellt, iterativ durchlaufen wird.



**Abb. 4.5 Risikomanagementprozess bei strategischen Liefernetzwerken**

Auf die Identifikation, Evaluation und Auswahl von strategischen Liefernetzen wurde in Kap 2 und 3 dieser Arbeit bereits detailliert eingegangen. Das Ergebnis der Evaluation ist eine Rangliste von Liefernetzen, aus der das Unternehmen ein oder mehrere Liefernetze auswählt, um den Bedarf an Produktionsfaktoren zu decken. Ist die Auswahl getroffen, so werden im nächsten Schritt die ausgewählten Liefernetze auf mögliche Risiken untersucht. Dies geschieht anhand von entsprechenden Kriterien und Methoden zur

Identifikation von kritischen Knoten und kritischen Teilnetzen in strategischen Liefernetzen (siehe Abschnitt 4.2).

Sind die kritischen Knoten bzw. kritischen Teilnetze ermittelt, so gilt es, geeignete Handlungsoptionen zu identifizieren und anzuwenden, um die damit verbundenen Risiken zu reduzieren (siehe Abschnitt 4.3). Diese Handlungsoptionen unterstützen das Unternehmen beim Aufbau, bei der Implementierung und bei der Verfeinerung einer unternehmensspezifischen Risikostrategie. Diese Risikostrategie bildet das Rahmenwerk für die nächste Phase der Identifikation, Evaluation und Auswahl von Liefernetzen.

Im nächsten Abschnitt soll zunächst auf die Identifikation von kritischen Knoten bzw. kritischen Teilnetzen in strategischen Liefernetzen eingegangen werden.

## **4.2 Identifikation von kritischen Knoten in strategischen Liefernetzen**

Eine wesentliche Aufgabe besteht zunächst darin, die Begriffe „Kritischer Knoten“ und „Kritischer Pfad“ im Kontext der strategischen Liefernetze zu erfassen und zu definieren. Es gilt herauszuarbeiten, in welcher Weise die Leistungserbringung eines einzelnen Unternehmens in einem strategischen Liefernetz die Leistungserbringung des gesamten Netzwerkes – und damit die Zielerreichung des fokalen Unternehmens – direkt beeinflusst. Hierzu sind entsprechende Kriterien und Methoden notwendig, mit deren Hilfe strategische Liefernetzwerke durchsucht werden können. Es ist zu erwarten, dass die Ermittlung dieser Kriterien und Methoden durch die Betrachtung von Analogien von Liefernetzen mit Konzepten der Fertigungsplanung und mit der Netzplantechnik unterstützt wird. Aus diesem Grund sollen zunächst diese Analogien herausgearbeitet werden.

### **4.2.1 Analogien von strategischen Liefernetzen mit Netzplänen**

Die Netzplantechnik wurde als Planungsverfahren in den 1960er Jahren eingeführt und hat sich relativ schnell mit großem Erfolg zur Planung und Durchführung größerer Projekte, sowohl in den USA als auch in Europa, verbreitet [Vgl. Schw1994, S. 12]. Die Netzplantechnik unterstützt somit das Projektmanagement. Nach Neumann benötigt die Ausführung von Projekten „[...] Zeit, verursacht Kosten und erfordert den Einsatz gewisser Hilfsmittel [...], Betriebsmittel ([...] Maschinen), Arbeitskräfte und Werkstoffe [...]. Entsprechend werden in der Netzplantechnik Methoden zur Zeit- und Terminplanung, zur Kostenplanung und zur [...] Kapazitätsplanung bereitgestellt“ [Neum1975, S. 188]. In diesem Sinne erscheint es angebracht, die Methoden der Netzplantechnik auf die Transformierbarkeit in die Domäne der strategischen Liefernetze hin zu untersu-

chen, da auch bei strategischen Liefernetzen Zeit, Kosten und im weiteren Sinne der Einsatz von Betriebsmitteln (die Liefernetzknotten) eine wesentliche Rolle bei der Formierung dieser Netze spielen. Hierbei erscheinen insbesondere die Methoden der Zeit- und Terminplanung für eine genauere Betrachtung geeignet zu sein.

Um die Analogien herausarbeiten zu können, werden im Folgenden zunächst einige der Netzplantechnik zugrunde liegenden Definitionen besprochen, um auf dieser Grundlage zu verstehen, worin sich Netzpläne und strategische Liefernetze ähnlich sind. Weiterhin werden zwei wesentliche Darstellungsformen von Netzplänen – das Vorgangsknoten- und das Vorgangspfeilnetz – kurz vorgestellt, um dann speziell auf die Zeit- und Terminplanungsmethoden und die damit verbundenen kritischen Aspekte einzugehen

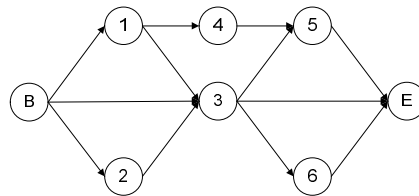
### *Definitionen und Darstellungen*

Die Netzplantechnik ist ein Planungsverfahren. Planung ist eine wichtige Tätigkeit in allen unternehmerischen und öffentlichen Bereichen und wird verstanden als „[...] die Ordnung, Vorbereitung und gedankliche Vorwegnahme zukünftiger Aktivitäten, um Aufgaben und Ziele sicher und ohne Umwege zu erreichen“ [Schw1994, S. 11]. Planung gilt als eine Kernfunktion bei der Führung einer Unternehmung und umfasst „[...] eine stets zielorientierte Suche nach Lösungsalternativen sowie deren Beurteilung und Auswahl im Hinblick auf Planungsgegenstände unterschiedlichster Art [...] Sie erfolgt im Rahmen einer Vielzahl von Informations- und Kommunikationsprozessen“ [Hahn1995, S. 230]. “Planning is the process of preparing for the commitment of resources in the most effective fashion” [MoPD1983, S. 3]

Die Planungsgegenstände bei der Netzplantechnik sind Aufgaben und Aktivitäten im Rahmen von Projekten. Dabei umfasst die Netzplantechnik „[...] einerseits Methoden zur Strukturierung von in der Praxis oft sehr umfangreichen Projekten, andererseits Methoden zur optimalen Planung, Steuerung und Überwachung dieser Projekte“ [HaOp2003, S. 135] und unterstützt aus diesem Grunde das Projektmanagement, das alle Aufgaben, Konzepte und Verfahren zur Planung, Steuerung und Überwachung von Projekten umfasst [Vgl. Schw1994, S. 11]. „Project Management involves the coordination of group activity wherein the manager plans, organizes, staffs, directs, and controls to achieve an objective with constraints on time, cost, and performance of the end product“ [MoPD1983, S. 3]. Ein wichtiges Ziel der Projektplanung ist dabei “[...] Teilprojekte zu identifizieren, die auf keinen Fall einen Aufschub vertragen, wenn nicht der Fertigstellungstermin gefährdet werden soll” [Schn1999, S. 178]. Dies ist ein Indiz dafür, dass die Netzplantechnik Methoden und Verfahren zur Verfügung stellen kann, um kritische Bereiche in Netzplänen zu identifizieren.

Projekte sind „[...] zeitlich, sachlich und räumlich begrenzte Vorhaben mit klar definierter Aufgaben- und Zielstellung“ [Schw1994, S. 11] und setzen sich aus Teilarbeiten und Tätigkeiten zusammen, die auch als Vorgänge bezeichnet werden. Diese Vorgänge sind durch bestimmte Reihenfolgebeziehungen miteinander verbunden. Jedes Projekt ist endlich und hat damit festgelegte Beginn- und Endzeitpunkte [Vgl. HaOp2003, S. 135]. Damit muss auch jeder Vorgang endliche Beginn- und Endzeitpunkte haben: “An activity is any portion of a project which consumes time or resources and has a definable beginning and ending.” [MoPD1983, S. 23]. Aufgrund dieser klaren Strukturierung kann ein Projekt in einem Netzplan dargestellt werden.

In der Graphentheorie ist der Netzplan definiert als ein bewerteter, schlichter Digraph mit genau einer Quelle (Beginn) und einer Senke (Ende) [Vgl. HaOp2003, S. 135] (siehe Abb. 4.6).



Quelle: [Vgl. Schw1994, S. 23]

**Abb. 4.6 Einfaches Beispiel eines Netzplanes**

Ein Digraph besteht aus mehreren Knoten, die untereinander durch gerichtete Kanten verbunden sind. Je zwei Knoten dürfen nur durch eine Kante und ohne eine Schleife verbunden sein [Vgl. Schw1994, S. 21]. Um für ein Projekt einen Netzplan zu konstruieren, wird eine Strukturanalyse durchgeführt. Diese Strukturanalyse beinhaltet sowohl die Ermittlung der Anordnungsbeziehungen zwischen den einzelnen Vorgängen, als auch die Analyse der zur Ausführung der einzelnen Vorgänge benötigten Zeitspannen, den sogenannten Vorgangsdauern [Vgl. Neum1975, S. 190]. Ein Netzplan, der ein Projekt als Menge von Vorgängen und Anordnungsbeziehungen zwischen diesen Vorgängen beschreibt, nennt man vorgangsorientiert. Daneben gibt es auch die Möglichkeit, ein Projekt als Menge von Ereignissen (Ergebnisse von Tätigkeiten, Meilensteine) zu definieren. “The beginning and ending points of activities are called events. Theoretically an event is an instantaneous point in time.” [MoPD1983, S. 24]. Ein Netzplan, der die Zusammenhänge der Ereignisse beschreibt heißt ereignisorientiert [Vgl. Neum1975, S. 190].

Zur Darstellung eines Projektverlaufs in einem Netzplan gibt es grundsätzlich zwei Möglichkeiten: die Pfeildarstellung und die Knotendarstellung. Bei der Pfeildarstellung repräsentieren die Pfeile die Vorgänge des Projekts und die Bewertungen der Pfeile die

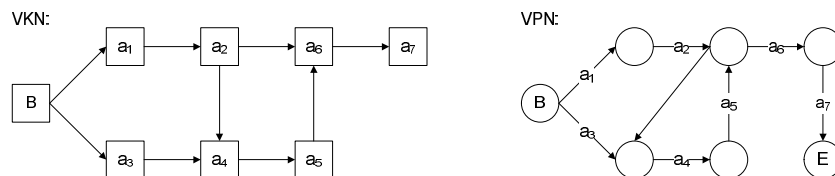
Vorgangsdauern. Bei der Knotendarstellung sind die Vorgänge den Knoten zugewiesen. Aus diesen Darstellungsarten leiten sich verschiedene Netzplantypen ab, die in Tab. 4.5 aufgezeigt sind.

Netzplantechnik				
Merkmals	Ausprägungen			
Darstellungsart	Pfeildarstellung		Knotendarstellung	
Beschreibung	vorgangsorientiert		ereignisorientiert	
Netzplantyp	Vorgangsknotennetz	Vorgangspfeilnetz	Ereignisknotennetz	Ereignispfeilnetz
Methode	MPM	CPM	PERT	- <sup>22</sup>

[Vgl. Neum1975, S. 190f]

**Tab. 4.5 Merkmale und Ausprägungen der Netzplantechnik**

Somit werden bei einem Vorgangsknotennetz (VKN) die Vorgänge durch Knoten dargestellt. Die Reihenfolge der Vorgänge im Projektverlauf wird durch Pfeile dargestellt, die die einzelnen Knoten miteinander verbinden.



Quelle: [Vgl. HaOp2003, S. 136]

**Abb. 4.7 Vorgangsknotennetz und Vorgangspfeilnetz in der Netzplantechnik**

Im Vorgangspfeilnetz (VPN) sind die Vorgänge durch Pfeile dargestellt. Die Vorgangspfeile werden durch Knoten so miteinander verknüpft, wie es der Reihenfolge der Vorgänge entspricht [Vgl. Schw1994, S. 24]. "In an arrow scheme of networking, activities are graphically represented by arrows, usually with descriptions and time estimates written along the arrow" [MoPD1983, S. 24]. Diese beiden Netzplantypen sind in Abb. 4.7 einander gegenübergestellt.

Die Netzplantechnik-Methode CPM („Critical Path Method“) ist der bekannteste Vertreter für ein Vorgangspfeilnetz und wurde in den Anfangszeiten der Netzplantechnik fast ausschließlich verwendet. Später haben sich dann auf Vorgangsknotennetzen basierende Verfahren herausgebildet und weite Verbreitung gefunden, wie z. B. das MPM („Metra-Potential-Method“) [Vgl. Schw1994, S. 26]. Die Netzplantechnik-Methode PERT („Program Evaluation and Review Technique“) setzt Ereignisknotennetze ein. Da Ereignisknotennetze keine Informationen zu Vorgängen enthalten, kommt ihnen vor allem eine Bedeutung für Übersichtsnetzpläne zu. Sie werden dann eingesetzt, wenn

<sup>22</sup> Ereignispfeilnetze spielen in der Praxis keine Rolle [Vgl. Neum1975, S. 191].



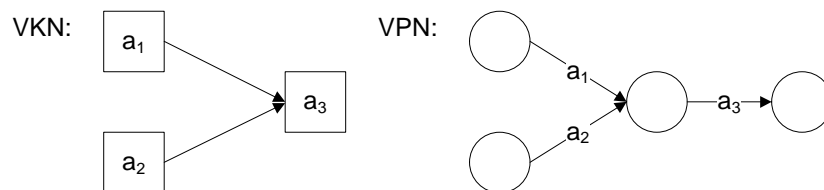
noch nicht feststeht, welche Vorgänge im Einzelnen im Projekt ausgeführt werden sollen [Vgl. Schw1994, S. 25]. Dies ist z. B. bei der Betrachtung von Projektmeilensteinen der Fall.

Auf die detaillierte Betrachtung von ereignisgesteuerten Netzplänen soll im Rahmen dieser Arbeit verzichtet werden, da die vorgangsorientierten Netzpläne eine größere Ähnlichkeit mit strategischen Liefernetzen aufweisen.

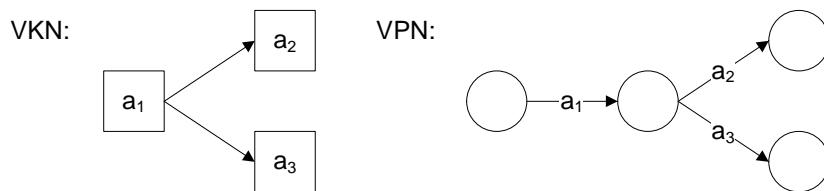
*Gegenüberstellung Vorgangsknotennetz und Vorgangspfeilnetz*

Um zu untersuchen, welches der beiden Verfahren der Netzplantechnik - Vorgangsknotennetz (VKN) oder Vorgangspfeilnetz (VPN) – der Modellierung von strategischen Liefernetzen (siehe Kapitel 2.2.2) am ähnlichsten ist, werden in diesem Abschnitt zunächst einige Grundregeln zur Konstruktion von Netzplänen besprochen. Diese Grundregeln beschreiben die Darstellung von unterschiedlichen Nachfolgebeziehungen zwischen Vorgängen. Hauke und Opitz führen hierzu sechs Grundregeln an [Vgl. HaOp2003, S. 136f].

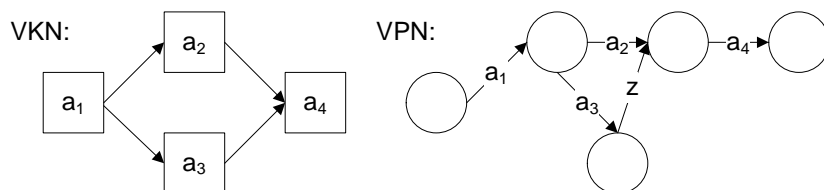
1.  $a_3$  ist Nachfolger von  $a_1, a_2$  bzw.  $a_1, a_2$  sind Vorgänger von  $a_3$



2.  $a_2, a_3$  sind Nachfolger von  $a_1$  bzw.  $a_1$  ist Vorgänger von  $a_2, a_3$



3.  $a_4$  ist Nachfolger von  $a_2, a_3$  und  $a_2, a_3$  sind Nachfolger von  $a_1$  bzw.  $a_1$  ist Vorgänger von  $a_2, a_3$  und  $a_2, a_3$  sind Vorgänger von  $a_4$

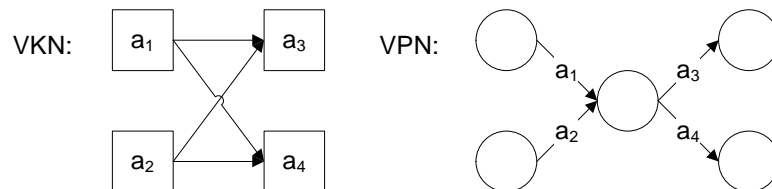


Quelle: [Vgl. HaOp2003, S. 136f]

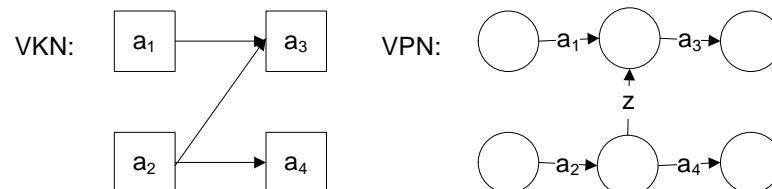
**Abb. 4.8 Grundregeln 1 bis 3 zur Konstruktion von Netzplänen**

In Abb. 4.8 sind die ersten drei Grundregeln aufgeführt. Die Grundregeln 1 und 2 lassen sich mit beiden Netzplantypen ohne Besonderheiten darstellen. Sowohl das Zusammenführen von Vorgängen (Grundregel 1) als auch das Verzweigen von Vorgängen (Grundregel 2) sind bei beiden Netzplantypen modellierbar. Bei der dritten Grundregel gibt es beim Vorgangspfeilnetz eine Besonderheit. Da der Vorgang  $a_4$  erst starten kann, wenn  $a_2$  und  $a_3$  abgeschlossen sind, muss zur Umsetzung dieser Nachfolgebeziehung ein Scheinvorgang  $z$  eingeführt werden. Dies ist notwendig, da bei einem Digraph keine parallelen Pfeile zwischen zwei Knoten zugelassen sind. Ohne den Scheinvorgang  $z$  wäre die Beziehung nicht eindeutig. Scheinvorgänge „[...]“ sind keine Tätigkeiten im üblichen Sinne, sie verkörpern lediglich Abhängigkeiten, beanspruchen keine Zeit und verursachen keine Kosten“ [WaWe1967, S. 52].

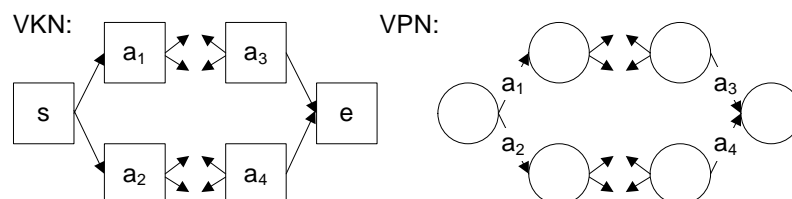
4.  $a_3$  und  $a_4$  sind jeweils Nachfolger von  $a_1$  und  $a_2$  bzw.  $a_1$  und  $a_2$  sind jeweils Vorgänger von  $a_3$  und  $a_4$



5.  $a_3$  ist Nachfolger von  $a_1$  und  $a_2$ ,  $a_4$  ist Nachfolger von  $a_2$  bzw.  $a_1$  ist Vorgänger von  $a_3$ ,  $a_2$  ist Vorgänger von  $a_3$  und  $a_4$



6. Projektstart (-ende) mit mehreren Vorgängen  $a_1, a_2$  ( $a_3, a_4$ )



Quelle: [Vgl. HaOp2003, S. 137]

Abb. 4.9 Grundregeln 4 bis 6 zur Konstruktion von Netzplänen

Abb. 4.9 illustriert die Grundregeln vier bis sechs. Die Grundregel 4 beschreibt dabei die Nachfolgebeziehungen von zwei Vorgängen, deren beide Vorgänger identisch sind. Dabei besteht nicht die Notwendigkeit, Scheinvorgänge beim Vorgangspfeilnetz einzuführen. Dies ist allerdings wieder notwendig, wenn Grundregel 5 umgesetzt wird. Bei dieser Grundregel ist der Vorgang  $a_3$  abhängig von den Vorgängern  $a_1$  und  $a_2$ . Im Vor-

gangsknotennetz lässt sich dieser Sachverhalt sehr übersichtlich darstellen, während im Vorgangspfeilnetz ein Scheinvorgang zur zeitlichen Synchronisation von Vorgang  $a_2$  mit Vorgang  $a_3$  notwendig ist, da  $a_4$  nur Nachfolger von  $a_2$  ist. Wird beim Projektstart sofort in mehrere parallele Vorgänge verzweigt, so ist dies in beiden Netzplantypen möglich. Dasselbe gilt für die Zusammenführung von Vorgängen zum Projektende. Damit sind auch in der Grundregel sechs keine Besonderheiten zu beachten.

Bei der Betrachtung der sechs Grundregeln zeigt sich, „[...] dass beim VKN alle grundsätzlichen Vorgänger-Nachfolger-Beziehungen problemlos darstellbar sind“ [HaOp2003, S. 138], hingegen beim VPN für gewisse Beziehungen Scheinvorgänge eingefügt werden müssen.

Darüber hinaus lassen sich noch folgende, weitere Vorteile des Vorgangsknotennetzes gegenüber dem Vorgangspfeilnetz anführen [Vgl. Schw1994, S. 59]:

- Vorgangsknotennetze lassen sich einfacher und schneller zeichnen. Die einfache Lesbarkeit und das intuitive Verständnis stehen dabei im Vordergrund.
- Die einen Vorgang beschreibenden Informationen (z. B. Vorgangs-Nr., Dauer, Anfangs- und Endzeitpunkte, Pufferzeiten) lassen sich in einem Vorgangsknoten leicht unterbringen, ohne die Lesbarkeit des gesamten Netzplans zu gefährden.
- Änderungen sind beim Vorgangsknotennetz schnell und ohne Schwierigkeiten möglich. Zusätzliche Abhängigkeiten oder der Wegfall von Vorgängen kann über Einfügen oder Weglassen von Pfeilen bewerkstelligt werden.
- Bei Vorgangsknotennetzen ist die Darstellung von komplexen Anordnungsbeziehungen (z. B. Start-Ende oder Ende-Ende) möglich. Diese sind bei Vorgangspfeilnetzen nicht zulässig.

Diese Ausführungen legen den Schluss nahe, dass die Vorgangsknotennetzwerke am ehesten dazu geeignet sind, Verfahren und Methoden zur Analyse der strategischen Liefernetze zu liefern. Dies lässt sich anhand folgender Ähnlichkeiten festmachen:

- Die Formierung eines strategischen Liefernetzwerks hat einen zeitlich begrenzten endlichen Umfang und besteht aus der Aufgabe, einzelne Vorgänge (Produktions- und Transportschritte) über Vorgänger-Nachfolge-Verbindungen zu einem Netzwerk zusammenzufügen. Dies ergibt eine Ähnlichkeit mit der Netzplantechnik.

- Die Vorgänge beziehen sich im Wesentlichen auf die Liefernetzknotten, Pfeile zwischen den Knoten stellen in diesem Sinne keine eigenständigen Vorgänge dar<sup>23</sup>. Liefernetze sind vorgangsorientiert und haben Ähnlichkeit mit Vorgangsknotennetzen.
- Die Beschreibung der Vorgänge erfolgt bei den strategischen Liefernetzen in den Liefernetzknotten. Dort werden auch die für die Evaluierung notwendigen Daten extrahiert bzw. erzeugt. Damit haben Liefernetze Ähnlichkeit mit den Vorgangsknotennetzen.
- Der Austausch bzw. die Hinzunahme von Liefernetzknotten muss einfach und flexibel möglich sein. Damit ergibt sich eine Ähnlichkeit mit den Vorgangsknotennetzen.
- In den strategischen Liefernetzen existieren keine Scheinvorgänge. Sie sind für die Modellierung nicht notwendig und würden die Darstellung der Liefernetze nur unnötig komplex machen. Auch dies ergibt eine Ähnlichkeit mit den Vorgangsknotennetzen.

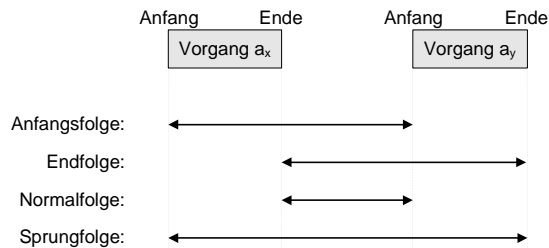
Damit liegt mit den Vorgangsknotennetzen ein Netzplantyp vor, der große Ähnlichkeiten mit der in Kapitel 2.2.2 vorgestellten Vorgehensweise zur Modellierung von strategischen Liefernetzen hat. Im Weiteren soll nun das Vorgangsknotennetz speziell im Hinblick auf die Verfahren und Methoden der Termin- und Zeitplanung hin untersucht werden, um herauszuarbeiten, inwiefern es Ansätze gibt, um kritische Knoten bzw. kritische Teilnetze zu identifizieren.

#### *Detaillierte Betrachtung von Vorgangsknotennetzen*

“The first step in utilizing critical path methods is the identification of all the activities involved in a project and the graphical representation of these activities in a flow chart or network.” [MoPD1983, S. 21]. Die Planungsphase eines Projektes umschließt somit sowohl die Festlegung der notwendigen Aktivitäten, als auch die zeitliche Vernetzung dieser Aktivitäten untereinander. Ein wesentlicher Aspekt dabei sind die Anordnungsbeziehungen, mit denen Aktivitäten verbunden werden können. „Zeitabstände, die aus reinen Wartezeiten bestehen und bei denen keine Arbeitskräfte und Maschinen benötigt werden und bei denen keine Kosten entstehen, müssen nicht gesondert als Vorgang berücksichtigt werden, sondern können als Zeitabstand bei Anordnungsbeziehungen in

<sup>23</sup> Dies wäre grundsätzlich möglich, wenn z. B. mehrere Transportwege modelliert werden müssten. Dies würde dem Liefernetz eine weitere Komplexitätsstufe hinzufügen und die Darstellung unübersichtlicher machen. Für die in dieser Arbeit vorgestellten Methoden und Verfahren hätte dies keinen Einfluss, da diese auch mit der erhöhten Komplexitätsstufe umgehen könnten.

den Netzplan aufgenommen werden“ [Schw1994, S. 75]. Mit den in Abb. 4.10 dargestellten Anordnungsbeziehungen lassen sich also zeitliche Reihfolgebeziehungen formalisieren [Vgl. HaOp2003, S.139].



Quelle: [Vgl. HaOp2003, S. 139]

**Abb. 4.10 Anordnungsbeziehungen in Vorgangsknotennetzen**

Bei der Anfangsfolge handelt es sich um eine Anordnungsbeziehung zwischen dem Anfang eines Vorgangs und dem Anfang eines Nachfolgers, die auch Anfang-Anfang-Beziehung genannt wird [Vgl. Schw1994, S. 78]. Dabei wird entweder ein maximaler oder ein minimaler zeitlicher Abstand zwischen dem Anfang einer Tätigkeit und dem Anfang einer anderen Tätigkeit festgelegt [Vgl. WaWe1967, S. 40].

Die Endfolge beschreibt eine Anordnungsbeziehung zwischen dem Ende eines Vorgangs und dem Ende eines Nachfolgers und wird auch Ende-Ende-Beziehung genannt [Vgl. Schw1994, S. 79]. Somit liegt zwischen dem Ende einer Tätigkeit und dem Ende einer anderen Tätigkeit ein maximaler oder minimaler zeitlicher Abstand [Vgl. WaWe1967, S. 40].

Die Normalfolge oder Ende-Anfang-Beziehung ist die häufigste Form der Abhängigkeit von Vorgängen und bezeichnet eine Anordnungsbeziehung zwischen dem Ende eines Vorgangs und dem Anfang eines anderen Vorgangs [Vgl. Schw1994, S. 74]. Zwischen dem Ende eines Vorgangs und dem Anfang eines anderen Vorgangs liegt ein maximaler oder minimaler zeitlicher Abstand [Vgl. WaWe1967, S. 40].

Als vierte und letzte Anordnungsbeziehung gibt es noch die in der Praxis selten eingesetzte Form der Sprungfolge, bei der es eine Abhängigkeit zwischen dem Anfang eines Vorgangs und dem Ende eines Nachfolgers gibt. Diese Anordnungsbeziehung wird auch Anfang-Ende-Beziehung genannt [Vgl. Schw1994, S. 80]. Dabei besteht zwischen dem Anfang eines Vorgangs und dem Ende eines anderen Vorgangs ein maximaler oder minimaler zeitlicher Abstand [Vgl. WaWe1967, S. 40].

Die maximalen oder minimalen zeitlichen Abstände zwischen den Vorgängen können bei allen vier Anordnungsbeziehungen in drei verschiedene Fälle eingeteilt werden:

Zeitabstand Null, positiver Zeitabstand und negativer Zeitabstand [Vgl. Schw1994, S. 76]. Zur Visualisierung dieser verschiedenen zeitlichen Abhängigkeiten zwischen Vorgängen eignet sich ein Gantt-Diagramm oder Balkendiagramm, das vor allem zur Zeitplanung in Projekten eingesetzt wird. „In einem Balkendiagramm wird für jeden Vorgang eines Projekts ein waagrechter Balken über einer Zeitachse eingetragen. Die Länge des Balkens entspricht der für die Durchführung der Aktivität benötigten Zeit. Aus der Lage des Balkens über der Zeitachse kann abgelesen werden, wann jeder Vorgang beginnt und endet“ [Schw1994, S. 14]. Abb. 4.11 visualisiert die minimalen Zeitabstände zu den verschiedenen Anordnungsbeziehungen. Mit  $Z$  wird der minimale zeitliche Abstand bezeichnet, wobei die drei Fälle durch  $Z > 0$ ,  $Z = 0$  und  $Z < 0$  repräsentiert werden. Die Darstellung im Balkendiagramm soll dabei symbolisieren, wie die entsprechenden Vorgänge auf der Zeitachse zueinander in Beziehung stehen.

Das Vorgangsknotennetz ist somit durch die verschiedenen Anordnungsbeziehungen bei der Verknüpfung von Vorgängen sehr flexibel und erlaubt es, auch komplexe Projektabläufe zu modellieren. Der Zeitabstand  $Z$  übernimmt dabei die Rolle eines Zeitpuffers. Dies kann notwendig sein, um unterschiedliche Vorgänge zu synchronisieren. Ähnlich der Darstellung der minimalen Zeitabstände gibt es auch die Darstellung von maximalen Zeiten. Dies soll allerdings im Rahmen dieser Arbeit nicht weiter ausgeführt werden. Der interessierte Leser sei auf die Ausführungen von Schwarze [Vgl. Schw1994, S. 82f] verwiesen.

Minimale Zeitabstände	Darstellung im Netzplan	Darstellung im Balkendiagramm		
		$Z > 0$	$Z = 0$	$Z < 0$
Normalfolge				
Anfangsfolge				
Endfolge				
Sprungfolge				

Quelle: [Vgl. Schw1994, S. 83]

Abb. 4.11 Minimale Zeitabstände im Netzplan

Ein Vergleich mit den strategischen Liefernetzen zeigt, dass bei der Modellierung dieser Netze in der Regel Normalfolge-Beziehungen angewendet werden, da jeder Lieferant zunächst seinen eigenen Produktionsvorgang abschließt und dann das fertige Produkt an den in der Produktionskette vorgelagerten Lieferanten weiterleitet. Dieser wiederum beginnt normalerweise erst dann mit der Produktion, wenn die Vorprodukte zur Verfügung stehen.

Es scheint also durchaus möglich zu sein, Zeitberechnungsverfahren für Netzpläne auf Basis von Vorgangsknotennetzen auf die strategischen Liefernetze zu übertragen. Aus diesem Grund sollen im Folgenden zeitliche Kennzahlen von Vorgangsknotennetzen und deren Berechnungsverfahren untersucht werden.

#### *Zeitliche Kennzahlen im Vorgangsknotennetz*

Die Zeitplanung in der Netzplantechnik hat verschiedene Aufgaben zu erfüllen. Hierzu gehört die Berechnung und Ermittlung von folgenden, wesentlichen Größen [Vgl. Neum1975, S. 198]:

- Anfangs- und Endzeitpunkte aller Vorgänge
- Zeitreserven (Pufferzeiten) aller Vorgänge
- Dauer des gesamten Projektes
- Kritische Vorgänge

Um solche Berechnungen bzw. Bestimmungen durchführen zu können, müssen die Vorgänge mit bestimmten Parametern versehen werden. Hierzu gehören [Vgl. Schw1994, S. 105f]:

- $vk_j$  = Einzelner Vorgang mit Knotennummer  $j$ . Jeder Knoten im Netzplan besitzt eine eigene, eindeutige Knotennummer.
- $FAZ_j$  = frühestmöglicher Anfangszeitpunkt (frühester Anfang) des Knotens  $j$
- $FEZ_j$  = frühestmöglicher Endzeitpunkt (frühestes Ende) des Knotens  $j$
- $SAZ_j$  = spätestnotwendiger Anfangszeitpunkt (spätester Anfang) des Knotens  $j$
- $SEZ_j$  = spätestnotwendiger Endzeitpunkt (spätestes Ende) des Knotens  $j$
- $d_j$  = Ausführungsdauer des Knotens  $j$

- $GP_j$  = Gesamtpuffer des Knotens  $j$

In Abb. 4.12 sind diese Parameter eines Knotens grafisch dargestellt.

$vk_j$		
FAZ <sub>j</sub>	$d_j$	FEZ <sub>j</sub>
SAZ <sub>j</sub>	GP <sub>j</sub>	SEZ <sub>j</sub>

Quelle: [Vgl. HaOp2003, S. 154]

**Abb. 4.12 Parameter eines Knotens im Vorgangsknotennetz**

Um Zeitberechnungen im Netzplan durchführen zu können, müssen zunächst die Ausführungsdauern für die einzelnen Knoten bestimmt werden. Die Ausführungsdauer  $d_j$  ist dabei die Zeitdauer, die für die Fertigstellung eines Vorgangs notwendig ist. Und hier ergibt sich bei vielen Planungen auch die erste Schwierigkeit, da verbindliche Zeitaussagen für die Dauer von Vorgängen oft nicht gemacht werden können. Der Planer hat auf Schätzungen zurückzugreifen, deren Qualität wiederum von der Erfahrung und dem Wissen des Schätzenden abhängt. Die Unsicherheit und das Zeitrisko durch Schätzungen lassen sich nicht ganz ausschließen, allerdings durch geeignete Maßnahmen, wie z. B. der Verwendung von ausführlichen und exakten Unterlagen reduzieren. Darüber hinaus sollten Zeitschätzungen grundsätzlich „[...] unabhängig von konkreten Terminvorstellungen gemacht werden. Andernfalls besteht die Gefahr, dass sich die Schätzungen an den Terminvorstellungen orientieren und dadurch Verzerrungen und Fehler hervorgerufen werden“ [Schw1994, S. 102]. Neben der am häufigsten eingesetzten Methode der Einzeitschätzung, bei der von einem Schätzwert für die Ausführungsdauer ausgegangen wird, gibt es noch die Methode der Dreizeitschätzung mit der versucht wird, die der Schätzung innewohnende Unsicherheit zu reduzieren, indem mit drei Werten für die Ausführungsdauer geplant wird: die wahrscheinlichste oder häufigste Dauer, die pessimistischste Dauer und die optimistischste Dauer [Vgl. Schw1994, S. 103]. Da auch bei dieser Mehrzeitschätzung die Unsicherheit nicht gänzlich ausgeschlossen werden kann, soll im Rahmen dieser Arbeit aus Gründen der Transparenz und der Häufigkeit des Einsatzes in der Praxis die Methode der Einzeitschätzung zugrunde gelegt werden.

Sind die Ausführungsdauern der einzelnen Vorgänge bekannt, erfolgt die Berechnung der verschiedenen Vorgangszeitpunkte in zwei Phasen [Vgl. Schw1994, S. 105]:

1. Ermittlung der frühestmöglichen Anfangs- und Endzeitpunkte
2. Ermittlung der spätestnotwendigen Anfangs- und Endzeitpunkte



Den im Folgenden betrachteten Berechnungen liegt die Annahme zugrunde, dass es sich bei der Verbindung der Vorgänge um eine Normalfolge handelt. Hat ein Vorgang mehrere Vorgänger, so kann er erst dann begonnen werden, wenn alle seine Vorgänger beendet sind.

Die Ermittlung der frühestmöglichen Anfangs- und Endzeitpunkte nennt man auch Vorwärtsrechnung [Vgl. HaOp2003, S. 152]. Dabei wird die Berechnung am Projektstart begonnen und bis zum Projektende fortgeführt. Es wird angenommen, dass im zugrunde liegenden Projektplan sowohl ein expliziter Start- als auch ein expliziter Endvorgang modelliert ist (siehe Abb. 4.13).

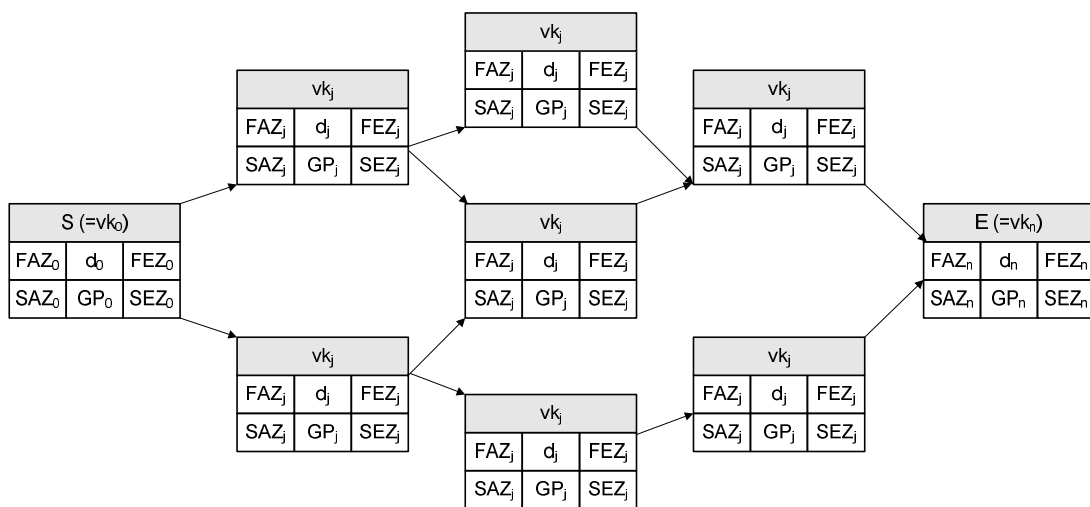


Abb. 4.13 Beispiel für Projektplan als Grundlage zu den Zeitberechnungen

Folgende Schritte sind nun bei der Vorwärtsrechnung auszuführen [Vgl. Schw1994, S. 108]:

1. Für den Startvorgang S (bzw. vk<sub>0</sub>) wird der frühestmögliche Anfangszeitpunkt vorgegeben. In der Regel ist dies der Wert  $FAZ_0 = 0$ .
2. Berechne für den Startvorgang den frühestmöglichen Endzeitpunkt:  $FEZ_0 = FAZ_0 + d_0$
3. Berechne für alle Vorgangsknoten vk<sub>j</sub> von  $j = 1$  bis  $j = n$  mit  $j = j + 1$  den frühestmöglichen Anfangszeitpunkt aus dem Maximalwert der frühestmöglichen Endzeitpunkte aller Vorgänger  $P(vk_j)$  des Vorgangs vk<sub>j</sub>:

$$FAZ_j = \max \{ FEZ_{P(vk_j)} \}$$

Damit ergibt sich der frühestmögliche Endzeitpunkt:

$$FEZ_j = FAZ_j + d_j$$

Ist  $E$  oder  $vk_n$  der End-Vorgangsknoten des Projektplans, so ermittelt sich die Projektdauer  $PD$  aus der Differenz des frühestmöglichen Endzeitpunktes ( $FEZ_n$ ) des End-Vorgangsknotens und des frühestmöglichen Anfangszeitpunktes ( $FAZ_0$ ) des Start-Vorgangsknotens:

$$PD = FEZ_n - FAZ_0$$

Bei der Projektdauer  $PD$  handelt es sich um den längsten Weg im Projektplan, da die Anfangszeitpunkte für jeden Vorgangsknoten aus dem Maximalwert der Endzeitpunkte seiner Vorgänger ermittelt werden. Die Projektdauer ist somit die größte Zeitspanne, die ein Projekt dauern kann.

Die Rückwärtsrechnung wird angewendet, um die spätesten Anfangszeitpunkte, d.h. die Zeitpunkte an denen ein Vorgang spätestens starten muss, sowie die spätesten Endzeitpunkte, d.h. die Zeitpunkte, an denen ein Vorgang spätestens beendet sein muss, zu berechnen. Dabei geht die Berechnung vom Projektende aus, wird bis zum Projektanfang fortgeführt und geht von der Annahme aus, dass „[...] ein Vorgang [...] spätestens beendet sein [muss, d.V.], ehe seine Nachfolger beginnen können“ [Schw1994, S. 111].

Folgende Schritte sind bei der Rückwärtsrechnung durchzuführen [Vgl. Schw1994, S. 111]:

1. Der spätestnotwendige Endzeitpunkt ( $SEZ_n$ ) wird entweder vorgegeben oder dem frühestmöglichen Endzeitpunkt ( $FEZ_n$ ) gleichgesetzt:

$$SEZ_n = FEZ_n$$

2. Damit ergibt sich der spätestnotwendige Anfangszeitpunkt für den End-Vorgangsknoten:

$$SAZ_n = SEZ_n - d_n$$

3. Der spätestnotwendige Endzeitpunkt eines Vorgangs ergibt sich als kleinster spätestnotwendiger Anfangszeitpunkt aller Nachfolger. Deshalb berechne für alle Vorgangsknoten  $vk_j$  für  $j = n - 1$  bis  $j = 0$  und  $j = j - 1$  den spätestnotwendigen Endzeitpunkt aus dem Minimalwert aller spätestnotwendigen Anfangszeitpunkte aller Nachfolger  $S(vk_j)$  wie folgt:

$$SEZ_j = \min \{ SAZ_{S(vk_j)} \}$$

Damit ergibt sich der spätestnotwendige Anfangszeitpunkt für den Vorgangsknoten  $vk_j$  :

$$SAZ_j = SEZ_j - d_j$$

Mit der Vorwärts- und der Rückwärtsrechnung lassen sich nun alle relevanten Zeitpunkte der Vorgangsknoten bestimmen. Was jetzt noch fehlt ist die Ermittlung des Gesamtpuffers für jeden Vorgang. Dabei ist der Gesamtpuffer  $GP$  eines Vorgangs die Zeit, „[...] die für die Verschiebung oder Ausdehnung des Vorgangs maximal zur Verfügung steht“ [Schw1994, S. 116]. Der Gesamtpuffer  $GP_j$  eines Vorgangsknotens  $vk_j$  berechnet sich als Differenz des spätestnotwendigen und des frühestmöglichen Endzeitpunkts oder als Differenz aus dem spätestnotwendigen und dem frühestmöglichen Anfangszeitpunkt wie folgt:

$$GP_j = SEZ_j - FEZ_j = SAZ_j - FAZ_j$$

Der Gesamtpuffer  $GP$  spielt nun bei der Bestimmung von kritischen Vorgängen eine signifikante Rolle. Stimmen nämlich bei Vorgängen der frühestmögliche und der spätestnotwendige Anfang sowie das frühestmögliche und das spätestnotwendige Ende überein, ist also  $GP_j = 0$ , so spricht man von kritischen Vorgängen [Vgl. Schw1994, S. 113]. Die Nichteinhaltung der Ausführungsdauer bei diesen kritischen Vorgängen hat direkten Einfluss auf das Projektende und verursacht in der Regel eine Terminverschiebung.

Liegt das frühestmögliche Projektende nicht vor dem spätestnotwendigen Projektende, ist also  $GP_n = 0$ , so gibt es immer mindestens einen Weg durch das Netzwerk, der nur aus kritischen Vorgängen besteht. Diese Aneinanderreihung von kritischen Vorgängen nennt man auch „kritischer Pfad“ oder „kritischer Weg“ [Vgl. Schn1999, S. 182]. „Critical path is the longest path through the network“ [MoPD1983, S. 8]. Somit gibt der längste kritische Weg im Netzplan die kürzestmögliche Gesamtdauer des Projektes (kürzeste Projektdauer) vor. „Benötigt ein kritischer Vorgang [...] bei der Ausführung eines Projektes mehr Zeit als bei der Planung vorgesehen [...], so vergrößert sich die kürzeste Projektdauer um den gleichen Betrag,“ [Neum1975, S. 197].

Ein strategisches Liefernetz besteht aus Knoten und Kanten (siehe Kapitel 3.3), wobei die Knoten die Lieferanten darstellen und die Kanten die Transportbeziehungen zwischen den Lieferanten bezeichnen. Dabei werden den Kanten auch bestimmte Parameter zugewiesen, insbesondere bzgl. der Zeit und der Kosten. Die Beschreibung eines strategischen Liefernetzes mit den Methoden der Netzplantechnik kann in diesem Zusammenhang auf zwei Arten erfolgen:

- Die Parameter auf den Kanten werden als Kantenbewertungen im Netzplan eingeführt. Dies entspricht einer Normalfolge mit  $Z > 0$  (siehe Abb. 4.11)
- Die Transportbeziehungen zwischen den Lieferanten werden als eigenständige Knoten betrachtet, so dass es neben den Liefernetzknotten auch Transportknotten gibt.

Durch die Einführung von Transportknotten wird die Darstellung eines strategischen Liefernetzes als Netzplan recht komplex. Dies macht nur dann wirklich Sinn, wenn z. B. in die Bewertung von strategischen Liefernetzen auch verschiedene Transportwege einfließen sollen. Da in Kapitel 3 auf diese Komplexitätsstufe verzichtet wurde, soll auch hier der Ansatz der Kantenbewertungen verfolgt werden, der in der Netzplantechnik zulässig ist.

Unter einer Kantenbewertung  $Z_{ij}$  wird in der Zeitplanung der Netzplantechnik eine zusätzliche Pufferzeit zwischen zwei Vorgängen  $vk_i$  und  $vk_j$  eingeführt. Diese Pufferzeit hat sowohl bei der Vorwärts- als auch bei der Rückwärtsrechnung einen Einfluss auf die Ermittlung der frühestmöglichen Anfangszeitpunkte bzw. der spätestnotwendigen Endzeitpunkte von Vorgängen. Dabei ergeben sich folgende Änderungen in den bereits beschriebenen Berechnungsformeln:

Vorwärtsrechnung:

$$FAZ_j = \max \{ (FEZ_i + Z_{ij}) \quad \forall \quad i \in P(vk_j) \}$$

$P(vk_j)$  sind dabei alle Vorgänger des Vorgangs  $vk_j$ .

Rückwärtsrechnung:

$$SEZ_j = \min \{ (SAZ_i - Z_{ij}) \quad \forall \quad i \in S(vk_j) \}$$

$S(vk_j)$  sind dabei alle Nachfolger des Vorgangs  $vk_j$ .

Mit diesem Ansatz lassen sich nun die strategischen Liefernetze mit den Methoden der Netzplantechnik analysieren. In einem ersten Schritt können insbesondere die Verfahren der Zeitplanung und die Identifikation von kritischen Knoten bzw. kritischen Pfaden auf die strategischen Liefernetze übertragen werden<sup>24</sup>. Bevor dies allerdings weiter vertieft

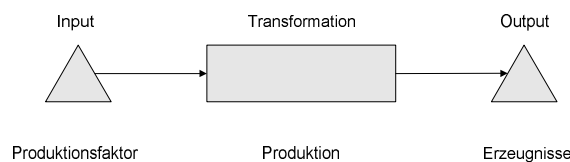
---

<sup>24</sup> Die Netzplantechnik liefert auch Methoden zur Kosten- und Kapazitätsplanung. Diese Methoden werden aber im Rahmen dieser Arbeit nicht weiter untersucht, da insbesondere in Bezug auf die kapazitätsorientierten Betrachtungen von kritischen Aspekten auf die Analogien zu Fertigungssystemen näher eingegangen wird. Wie später noch dargelegt wird, werden die Beschaffungskosten zur Identifikation von kritischen Knoten im Rahmen dieser Arbeit nicht betrachtet.

wird, sollen zunächst noch weitere mögliche Analogien im Bereich der Fertigungssysteme untersucht werden.

#### 4.2.2 Analogien von strategischen Liefernetzen mit Fertigungssystemen

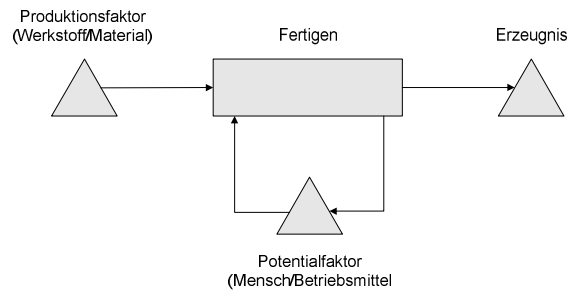
Unternehmen treffen im Zuge ihrer Produktentwicklungs- und Produktdesignprozesse Entscheidungen, die festlegen aus welchen Vor- und Zwischenprodukten die Endprodukte zusammengesetzt werden. Je nach Komplexität des Endprodukts können auch die Zwischenprodukte sehr komplexe Strukturen (Systeme oder Module) annehmen. In der Automobilindustrie beispielsweise besteht das Endprodukt Auto aus so umfangreichen Zwischenprodukten wie Autositzen, Motor, Fahrwerk oder Karosserie. Die Zwischenprodukte selbst können wiederum aus weiteren Zwischenprodukten bestehen, so dass sich sehr schnell komplexe Fertigungsstrukturen ergeben. Zwischenprodukte stellen in diesem Zusammenhang Erzeugnisse dar, die nach Dangelmaier als „[...] in sich geschlossene, aus einer Anzahl von Gruppen und/oder Teilen bestehende funktionsfähige Gegenstände“ definiert sind [Dang2001, S. 36]. Ganz allgemein entstehen diese Erzeugnisse durch eine Umwandlung von Produktionsfaktoren (Werkstoffe) mit Hilfe von Potentialfaktoren (Betriebsmittel, Arbeitskräfte). Der dazugehörige Transformationsprozess, „[...] durch den aus den Einsatzgütern (physische Güter und Dienstleistungen) andere Güter oder Dienstleistungen erstellt werden“ [Dang2001, S.3], wird Produktion genannt (siehe Abb. 4.14).



Quelle: [Dang2001, S.4]

**Abb. 4.14 Produktion als Transformationsprozess**

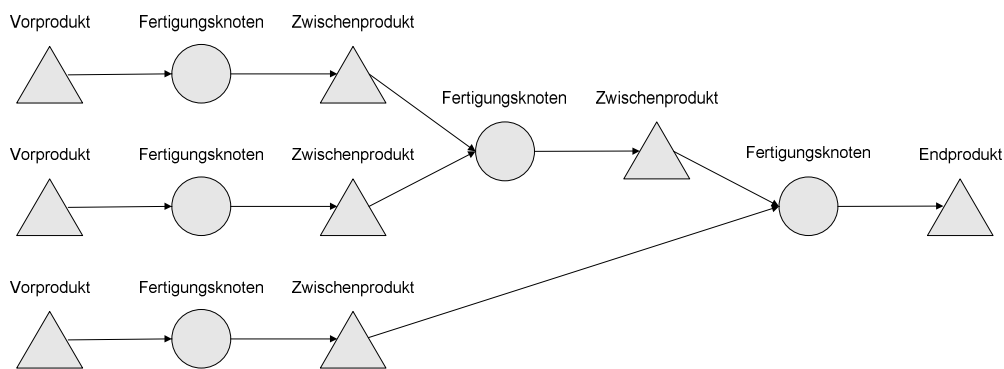
Zur Durchführung der Produktion werden Produktionssysteme eingesetzt. Diese Produktionssysteme umfassen Systeme der Fertigungs-, Verfahrens- und Energietechnik. Aufgabe der Fertigung ist es dabei, durch Einsatz von Betriebsmitteln Rohmaterialien in die benötigten Erzeugnisse umzuwandeln. Zur Wahrnehmung dieser Aufgabe werden Fertigungssysteme eingesetzt, die sich aus elementaren Arbeitssystemen zusammensetzen. Diese Arbeitssysteme oder Fertigungseinheiten können auf Basis einer Kombination von Betriebsmitteln und Arbeitskräften ein oder mehrere Transformationsprozesse durchführen [Vgl. Dang2001, S. 5]. Ein entsprechender Fertigungsablauf kann anhand eines gerichteten Graphen modelliert werden (siehe Abb. 4.15).



Quelle: [Dang2001, S. 21]

**Abb. 4.15 Graphen des Fertigungsablaufs**

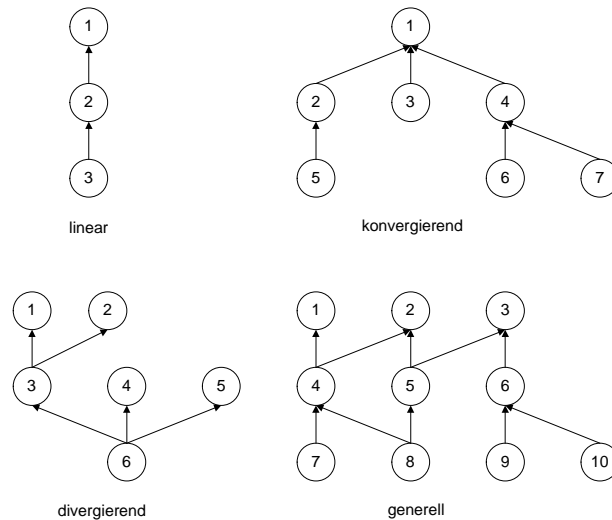
Ein gesamtes Fertigungssystem wird sich in der Regel aus vielen solcher Fertigungseinheiten zusammensetzen. Nimmt man nun die Begriffe Vor-, Zwischen- und Endprodukte in die Modellierung des Fertigungsablaufs mit auf und fasst die Darstellung der Fertigung und der Potentialfaktoren zu einem Fertigungsknoten zusammen, so lässt sich ein Fertigungssystem wie in Abb. 4.16 beispielhaft illustriert modellieren.



**Abb. 4.16 Graphen eines Fertigungssystems**

Die Übersichtlichkeit bei der Beschreibung komplexer Fertigungssysteme wird dadurch noch erhöht, dass die Zwischenprodukte mit den Fertigungsknoten zusammengelegt werden. Damit symbolisieren die Kanten die Übergabe eines Zwischenprodukts von Fertigungsknoten zu Fertigungsknoten. Eine weitere Vereinfachung der Darstellung ergibt sich durch die Zusammenfassung des Endproduktes mit dem letzten Fertigungsknoten bzw. des Vorproduktes mit dem ersten Fertigungsknoten. Mit dieser Festlegung lassen sich nun komplexe Erzeugnisstrukturen vereinfacht beschreiben.

Wie in Abb. 4.17 dargestellt gibt es generell vier verschiedene Erzeugnisstrukturen in der mechanischen Fertigung: linear, konvergierend, divergierend und generell [Vgl. GüTe1995, S. 182f].

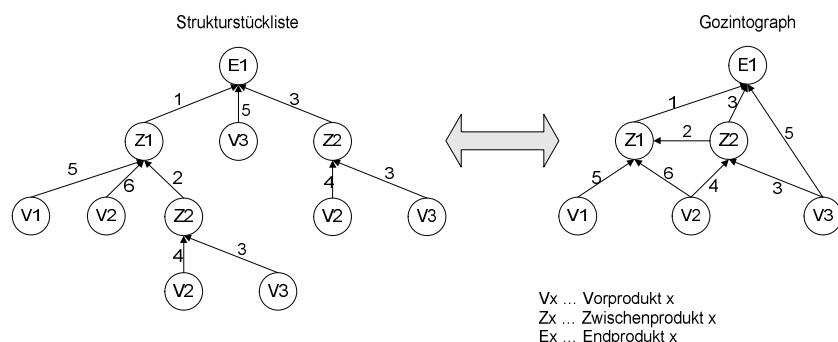


Quelle: [GüTe1995, S. 183]

**Abb. 4.17 Erzeugnisstrukturen in der Fertigung**

Bei der linearen Erzeugnisstruktur hat jedes Erzeugnis maximal einen Vorgänger und maximal einen Nachfolger. Die konvergierende Erzeugnisstruktur zeichnet sich dadurch aus, dass jedes Erzeugnis maximal einen Nachfolger, aber mehrere Vorgänger haben kann, während bei der divergierenden Erzeugnisstruktur ein Erzeugnis maximal einen Vorgänger aber mehrere Nachfolger haben kann. Die generelle Erzeugnisstruktur vereint die Merkmale der anderen Erzeugnisstrukturen miteinander.

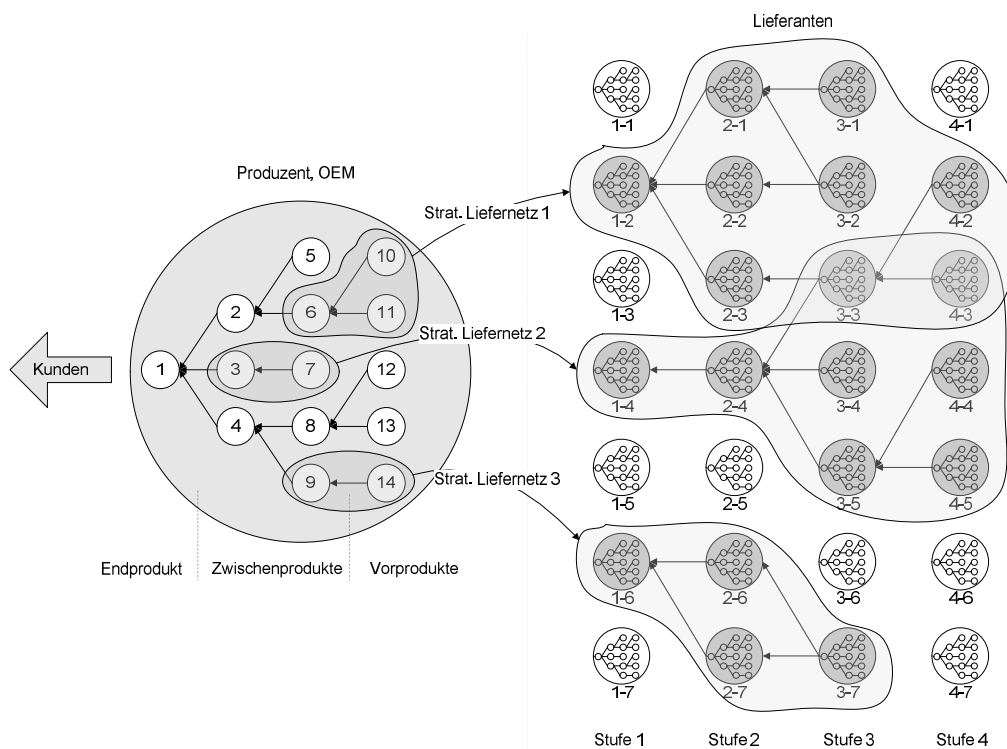
Da der Einsatz von strategischen Liefernetzen hauptsächlich in Montageprozessen zum Tragen kommt und diese Montageprozesse typischerweise mit konvergierenden Erzeugnisstrukturen arbeiten [Vgl. Weid1992, S. 8], werden diese für die weiteren Betrachtungen in dieser Arbeit zugrunde gelegt. Jedes Vor-, Zwischen- und Endprodukt wird durch einen Knoten dargestellt und repräsentiert somit eine Fertigungseinheit. Die Pfeile zwischen den Knoten stellen die Bedarfe an untergeordneten Vor- oder Zwischenprodukten dar. Betrachtet man einen Bedarf zunächst nur als mengenmäßige Größe, so kann die Erzeugnisstruktur mit Hilfe eines Gozintographen beschrieben werden [Vgl. Jung1994, S. 130; Weid1992, S. 9].



**Abb. 4.18 Strukturstückliste und Gozintograph**

Ein Gozintograph ist die redundanzfreie, vollständige Repräsentation einer Strukturstückliste, die die mengenmäßige Zusammensetzung von Endprodukten aus Zwischen- und Vorprodukten nach Fertigungsstufen aufzeigt. Abb. 4.18 stellt diesen Zusammenhang dar.

Während in der Strukturstückliste ein und dasselbe Zwischen- bzw. Vorprodukt mehrmals im Graphen auftreten kann (z.B. Z2, V2, V3), kommt jedes Vor-, Zwischen- und Endprodukt beim Gozintographen genau einmal vor.



**Abb. 4.19 Analogie von strategischen Liefernetzen mit Fertigungssystemen**

Ein Fertigungssystem für ein Endprodukt, das auf Basis eines Produktdesigns aus mehreren Vor- und Endprodukten besteht, kann somit in einem Unternehmen über eine Stücklistenauflösung als Gozintograph modelliert werden.

Dieser Sachverhalt ist in der linken Hälfte von Abb. 4.19 für einen OEM beispielhaft dargestellt. Ein Unternehmen (Produzent, OEM) hat sich auf Grundlage von Make-or-Buy Entscheidungen entschlossen, Teile der notwendigen Zwischenprodukte nicht selbst zu fertigen, sondern im Zuge von Outsourcing Maßnahmen extern zu beziehen. Hierzu steht dem Unternehmen ein potentiell Netzwerk von Lieferanten zur Verfügung. Wie in Kapitel 2 (Identifizierung von strategischen Liefernetzen) bereits beschrieben, werden vom Unternehmen Anfragen für Bedarfe an die 1. Stufe von Lieferanten geschickt. Diese Lieferanten wiederum legen über eine Stücklistenauflösung ihr eigenes Fertigungssystem fest und entscheiden wieder über Make-or-Buy Ansätze, wel-



che Zwischenprodukte extern beschafft werden. Die entsprechenden Bedarfe werden wieder als Anfragen an das potentielle Netzwerk von Lieferanten geschickt und es formt sich somit die Stufe 2 des Liefernetzwerkes aus Sicht des OEM. Das Unternehmen in der Stufe 1 agiert somit auf dieselbe Weise wie der OEM. Dieser Vorgang setzt sich solange fort, bis bei einem Lieferanten keine Notwendigkeit mehr besteht, Bedarfe extern zu beschaffen. Damit hat sich das entsprechende strategische Liefernetz geformt, das sich bei komplexen Produktstrukturen über mehrere Stufen erstrecken kann. Dieses strategische Liefernetz ist somit einem Fertigungssystem ähnlich und kann mit Hilfe eines Gozintographen modelliert werden.

Jeder Knoten in diesem strategischen Liefernetz kann analog zu einem Knoten im Fertigungssystem betrachtet werden und repräsentiert damit sozusagen eine Fertigungseinheit. Dabei sind folgende Besonderheiten zu beachten:

- Ein Knoten im strategischen Liefernetz kann zu einem Zeitpunkt mehr als ein Zwischenprodukt liefern. Der Knoten kann deshalb auf mehreren Pfaden innerhalb desselben strategischen Liefernetzes liegen. (z. B. Knoten 3-2 im Strategischen Liefernetz 1 oder Knoten 3-7 im Strategischen Liefernetz 3 in Abb. 4.19)
- Ein Lieferant liefert mehrere Zwischenprodukte und wird als Knoten in mehreren Liefernetzen identifiziert. (z. B. Knoten 3-3 und Knoten 4-3 sind sowohl Teil von Strategischem Liefernetz 1 als auch von Strategischem Liefernetz 2).

Diese Besonderheiten werden bei der Definition von kritischen Knoten noch eine Rolle spielen. Sowohl die Betrachtung einzelner strategischer Liefernetze als auch die Betrachtung aller strategischen Liefernetze, die zu einem komplexen Produkt gehören, wird dazu notwendig sein.

Aufgrund der Analogien von strategischen Liefernetzen mit Fertigungssystemen soll zunächst untersucht werden, inwieweit existierende Fertigungsplanungsverfahren eingesetzt werden, um kritische Fertigungsknoten bereits beim Aufbau dieser Fertigungssysteme zu identifizieren. In einem weiteren Schritt sollen dann die mit den Verfahren verbundenen Methoden auf strategische Liefernetze übertragen werden.

Ganz allgemein werden unter Fertigungsplanung „[...] alle einmalig zu treffenden Maßnahmen bezüglich der Gestaltung eines Fertigungssystems und der darin stattfindenden Fertigungsprozesse“ subsumiert [Dang2001, S. 5]. Da die Fertigung Teil der Produktion ist, ist auch die Fertigungsplanung ein Teil der Produktionsplanung. Unter

Produktionsplanung wird das „[...] systematische Suchen und Festlegen von Zielen für die Produktion, Vorbereiten von Produktionsaufgaben und Festlegung des Ablaufes zum Erreichen dieser Ziele“ verstanden [Weid1992, S. 4]. Dabei bewegt sich die Produktionsplanung in einem mittel- bis langfristigen Planungshorizont. Die Produktionsplanung wird ergänzt durch die Produktionssteuerung, die einen kurzfristigen Betrachtungshorizont hat. Unter Produktionssteuerung wird das „Veranlassen, Überwachen und Sichern der Produktionsaufgaben hinsichtlich Bedarf (Menge und Termin), Qualität, Kosten und Arbeitsbedingungen“ verstanden [Weid1992, S. 4]. Somit hat die Produktionssteuerung eine stark operative Ausrichtung während sich die Produktionsplanung und insbesondere die Fertigungsplanung an strategischen Fragestellungen orientiert. Im Rahmen dieser Arbeit soll deshalb das Hauptaugenmerk auf Aspekte der Produktionsplanung mit speziellem Fokus auf die Gestaltung von Fertigungssystemen gelegt werden.

Basis für die Produktionsplanung und damit auch für die Planung der Fertigungsstrukturen ist der Bedarf an Endprodukten, Zwischen- und Vorprodukten. Unter Bedarf wird hierbei eine bestimmte Menge in einem bestimmten Zeitraum verstanden. Bei der Betrachtung des Bedarfs lassen sich zwei Ebenen anführen:

- Der Bedarf an Zwischen- und Vorprodukten, der sich aus dem Produktdesign ergibt. Dabei sind in der Stückliste die notwendigen Informationen zu Menge und Gesamtstruktur des Endproduktes hinterlegt.
- Der Bedarf an Endprodukten, der sich maßgeblich aus der Produktionsprogrammplanung ergibt. Aus diesen Planzahlen lassen sich somit Mindest- bzw. Höchstmengen für die verschiedenen Zwischen- und Vorprodukte ermitteln.

Zur Unterstützung dieser Planungs- und Steuerungsaufgaben werden üblicherweise PPS-Systeme eingesetzt, die „aufgrund erwarteter und/oder vorliegender Kundenaufträge den mengenmäßigen und zeitlichen Produktionsverlauf unter Beachtung der verfügbaren Ressourcen (z.B. Personal, Maschinen, Werkzeuge etc.) durch Planvorgaben [...] festlegen [...], diese zu veranlassen sowie zu überwachen und bei Abweichungen Maßnahmen zu ergreifen“ [Zäpf1998, S. 13]. Fleischmann gruppiert die Planungsaufgaben nach folgenden wesentlichen Merkmalen [Vgl. Flei1988, S.348]: Bedarfsauflösung (Kundenaufträge, Produktnachfrage), Produktstruktur (Anzahl der Fertigungsstufen, Anzahl der Zwischenprodukte), Organisationstyp (Werkstattfertigung, Fließfertigung) und Wiederholungsgrad (Einzel-, Serien-, Massenfertigung).

Mit PPS-Systemen sollen deshalb folgende Entscheidungsgrößen festgelegt werden [Vgl. Glas1994, S. 749]:

- Primärbedarfe – Menge eines bestimmten Endproduktes, welches in einer Zeitperiode abgesetzt werden soll.
- Fertigungsaufträge für Eigenfertigung und Bestellaufträge für Fremdbezugsteile.
- Start- und Endtermine für die verschiedenen Fertigungsaufträge bzw. Bestellauslösungs- und Anlieferungstermine für Bestellaufträge.

Teilgebiet PPS	Hauptfunktion	Teilfunktionen
Produktionsplanung	Produktionsprogrammplanung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prognoserechnung</li> <li>• Grobplanung</li> <li>• Kundenauftragsverwaltung</li> </ul>
	Mengenplanung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stücklistenauflösung</li> <li>• Bestandsführung</li> <li>• Verbrauchsorientierte Lagerdisposition</li> <li>• Losgrößenrechnung</li> </ul>
	Termin- und Kapazitätsplanung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Durchlaufterminierung</li> <li>• Kapazitätsbedarfsrechnung</li> <li>• Kapazitätsterminierung</li> <li>• Reihenfolgeplanung</li> </ul>
	Auftragsfreigabe	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Auftragsfreigabeentscheidung (Fertigungsauftrag/Bestellauftrag)</li> <li>• Belegerstellung</li> </ul>
Produktionssteuerung	Auftragsveranlassung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeitsverteilung</li> </ul>
	Auftragsüberwachung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kundenauftrags- und Fertigungsauftragsüberwachung</li> <li>• Kapazitätsüberwachung</li> </ul>

Quelle: [Zäpf1994, S. 723]

**Tab. 4.6 Haupt- und Teilfunktionen von PPS-Systemen**

Traditionelle PPS-Systeme lassen sich dabei in verschiedene Aufgabenkomplexe bzw. Hauptfunktionen aufteilen, die wiederum aus verschiedenen Teilfunktionen bestehen. Tab. 4.6 gibt hierzu einen Überblick.

Mit dem Einsatz von PPS-Systemen wird das Ziel verfolgt, auf Basis einer angestrebten Lieferbereitschaft, die in vielen Branchen ein wichtiger Wettbewerbsfaktor ist, Kosten im Wertschöpfungsprozess (z. B. Produktions-, Transport-, Zwischen- und Endlagerkosten) zu minimieren bzw. Gewinn und Deckungsbeitrag zu maximieren [Vgl. Glas1994, S. 749]. Zäpfel weist daraufhin, dass „[...] in der Praxis [...] aus Gründen der Einfachheit zeitliche Ersatzziele genannt werden wie hohe Termintreue, kurze Durchlaufzeiten, hohe Kapazitätsauslastung, niedrige Lagerbestände, hohe Flexibilität“ [Zäpf1998, S. 13]. Darüber hinaus gibt es Konzepte und Verfahren (z. B. Just-In-Time

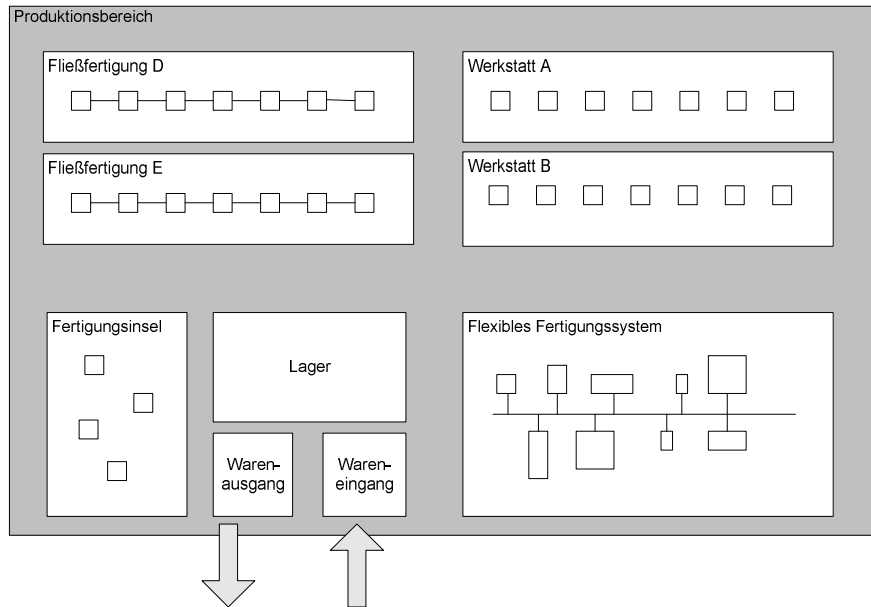
(JIT) oder Optimized Production Technology (OPT), die nicht die Kapazitätsauslastung in den Vordergrund stellen, sondern vielmehr eine materialflussorientierte Betrachtung des Produktionsgeschehens zugrunde legen. In diesem Abschnitt wird noch auf verschiedene dieser Konzepte und Verfahren eingegangen, insbesondere im Hinblick auf die Definition und Identifikation von kritischen Fertigungseinheiten in Fertigungssystemen.

Zunächst soll aber ein verstärktes Augenmerk auf die Vorgehensweisen und Konzepte zur Strukturierung von Produktionspotentialen gelegt werden. Die entsprechenden Aufgaben finden sich in den Aufgabenkomplexen Produktionsprogramm- und zum Teil auch in der Mengenplanung. Die Produktionsprogrammplanung stellt die erste Hauptfunktion von klassischen PPS-Systemen dar und besteht aus den Teilfunktionen Prognoserechnung, Grobplanung und Kundenauftragsverwaltung (siehe Tab. 4.6). Die Mengenplanung widmet sich der Stücklistenauflösung (welche Zwischen- und Vorprodukte sind notwendig), der Bestandsführung sowie der verbrauchsorientierten Lagerdisposition und der Losgrößenrechnung.

Bei der Strukturierung der Produktionspotentiale geht es sowohl um die Art der sachlichen und personellen Ressourcen als auch um die Anordnung in einem Produktionssystem. Diese Strukturierungsaufgabe lässt sich im wesentlichen in drei Bereiche aufteilen [Vgl.GüTe1995, S. 79f]:

- Grobe Zerlegung in eigenständige Subsysteme, sogenannte Segmente (Segmentplanung)
- Räumliche Anordnung dieser Segmente innerhalb eines Produktionsstandortes sowie die Anordnung der einzelnen Fertigungssysteme innerhalb eines Segmentes (Layoutplanung)
- Konfiguration der einzelnen Segmente (Konfigurationsplanung)

Produktionssegmente können einem bestimmten Organisationstyp zugeordnet werden, so z. B. Fließproduktion, Werkstatt oder Flexible Fertigungssysteme. Abb. 4.20 zeigt Beispiele solcher Produktionssegmente.



Quelle: [Vgl.GüTe1995, S. 81]

**Abb. 4.20 Beispiel für eine Produktionssegmentierung**

Jeder Organisationstyp hat dabei eine eigene Charakteristik und stellt unterschiedliche Herausforderungen an die Strukturierungsaufgabe. Bei der Fließfertigung „[...] werden die Arbeitssysteme (Arbeitsstationen) im Hinblick auf einen als typisch angenommenen Produktionsprozess linear hintereinander angeordnet. Jeder Station wird eine Menge von Bearbeitungsoperationen (Arbeitselementen) zugeordnet, die innerhalb einer bestimmten Zeitspanne zu erledigen sind“ [GüTe1995, S. 90]. Beim Einsatz der Fließfertigung geht es um die optimale Abstimmung der einzelnen aufeinander folgenden Schritte und der jeweils benötigten Vor- und Zwischenprodukte. Eine Fließfertigung ist dann vorteilhaft, wenn es um die Fertigung einer großen Zahl von Standardprodukten geht [Vgl. CoWi1994, S. 264].

Die Werkstattfertigung ist eine Organisationsform „[...] in der Arbeitskräfte und Betriebsmittel zur Ausführung einer bestimmten Verrichtung(-art) an allen zu bearbeitenden Objekten zusammengefasst sind (Verrichtungszentralisation)“ [Bühn1995, S. 434]. Bei der Werkstattfertigung hat man es oft mit beschränkten Ressourcen zu tun, so dass es wichtig ist, eine effektive mehrstufige Mehrproduktplanung durchzuführen [Vgl. GüTe1995, S. 81]. Eine Wertstattfertigung ist dann vorteilhaft, wenn es um die Herstellung von kundenauftragsbezogenen Individualprodukten geht [Vgl. CoWi1994, S. 264].

Andere Ansätze in der Fertigungsindustrie basieren auf der Ablösung der funktional und stark arbeitsteilig gegliederten Organisationsformen durch produkt- und prozessorientierte Arbeitsabläufe. Hierzu gehören Flexible Fertigungssysteme und Fertigungsinseln, die wiederum auf dem Organisationsprinzip der Gruppen- und Teamarbeit aufsetzen.

Damit verbunden ist eine Dezentralisierung der Verantwortung und eine Flexibilisierung der Produktion [Vgl. Kern1994, S. 383]. „Gemeinsam ist diesen Konzepten, dass sie von einer stetigen Verbesserung bzw. Vereinfachung der Wertschöpfungsprozesse ausgehen („Optimierung der Wertschöpfungskette“) und damit Ressourcen- und Prozessrestriktionen zu vermindern oder zu vermeiden versuchen“ [Zäpf1998, S. 19]. Zu diesen Produktions- und Logistikkonzepten gehören z. B. Just-in-Time, Lean Produktion oder die Fraktale Fabrik.

Flexible Fertigungssysteme stellen eine Zwischenlösung dar und vereinen die Flexibilität der Fertigung in Werkstätten mit der Produktivität der Fließfertigung [Vgl. Dank1994, S. 2]. Es handelt sich dabei um automatisierte Mehrmaschinensysteme, deren Materialflusssystem sowohl Handhabungssystem (Werkstück- und Werkzeugsystem) als auch Transport- und Lagersysteme einschließt [Vgl. Kalu1994, S. 67]. Flexible Fertigungssysteme sind technologiebezogene dezentrale Produktionseinheiten, die vollautomatisch fertigen. Dabei steht der Technologieeinsatz im Vordergrund, menschliches Eingreifen ist nur sehr eingeschränkt notwendig [Vgl. Kern1994, S. 383]. Eine wesentliche Aufgabe bei der Planung der Struktur flexibler Fertigungssystemen ist die Entscheidung über Anzahl und Art von Maschinen, die dann das Fertigungssystem formen.

Die Fertigungsinsel ist eine organisationsbezogene Form der Fertigung, bei der die Mitarbeiter und deren arbeitsorganisatorische Struktur den Schwerpunkt bilden. Dabei steht das zu fertigende Produkt im Mittelpunkt, zu dessen Fertigung eine weitgehende Selbststeuerung der Arbeitsprozesse ohne starre Arbeitsteilung eingesetzt wird [Vgl. Kern1994, S. 385]. Damit werden sowohl Entscheidungskompetenzen als auch Ergebnisverantwortung in die Verantwortung der in der Fertigungsinsel tätigen Arbeitsgruppe übertragen. Zu der Selbststeuerung gehören z. B. neben Aufgaben der Arbeitsplanung auch Aufgaben der Qualitätssicherung. Insbesondere im Zusammenhang mit der Qualitätssicherung hat dieser Ansatz größere Auswirkungen, da zum einen die Qualität eines Produktes sehr nah an der Fertigung gesichert wird und zum anderen eine Fertigungsinsel für den durch ein fehlerhaftes Produkt entstandenen Schaden zur Rechenschaft gezogen werden kann. Zentrale Qualitätssicherungsorganisationen sind deshalb in diesem Ansatz nicht mehr in dem Maße notwendig wie bei klassischen arbeitsteiligen Organisationsformen [Vgl. Bühn1995, S. 439].

Je nach Produktportfolio und Größe eines Unternehmens kommen die Organisationstypen auch gemischt vor. Dies kann z. B. bedeuten, dass bestimmte Zwischenprodukte in Werkstattfertigung oder in Fertigungsinseln hergestellt werden, wobei das Endprodukt in Fließfertigung montiert wird. In einem solchen Fall muss mit Hilfe der Layoutplanung zunächst die Anordnung der Segmente innerhalb eines Produktionsstandortes fest-

gelegt werden. Danach kann dann die Feinplanung der Anordnung der Fertigungssysteme innerhalb eines Segments vorgenommen werden.

Ein wichtiger Faktor bei der Layoutplanung ist die Transportleistung, die dadurch erbracht werden muss, dass Vor- und Zwischenprodukte zwischen den Fertigungssystemen transportiert werden. Diese Transportleistung ist das Produkt aus Transportmenge und Transportstrecke [Vgl. GüTe1995, S. 83]. Ziel der Layoutplanung ist es nun, die gesamte zu erbringende Transportleistung zu minimieren. Die jeweilige Transportmenge ergibt sich aus der aus dem Produktdesign abgeleiteten Stückliste und der Zuordnung von Zwischenprodukten zu Fertigungssystemen. Auf der Basis z. B. einer konvergierenden Erzeugnisstruktur besteht die Optimierungsaufgabe bei der Layoutplanung also darin, die Transportstrecken zwischen benachbarten Fertigungssystemen zu minimieren. Die Minimierung der Transportleistung hat zur Folge, dass:

- die Transportkosten minimiert werden.
- die Transportzeiten und damit die gesamte Durchlaufzeit bei der Herstellung eines Endproduktes minimiert werden.

Ist der Anlass für die Layoutplanung eine Neugestaltung eines Produktionsstandortes, so kann die Aufgabe sicher einfacher gelöst werden als bei einer Umstellung bzw. Erweiterung. Insbesondere bei der Umstellung oder Erweiterung von bestehenden Fertigungsstrukturen unterstützen Flexible Fertigungssysteme die Optimierungsaufgabe am besten.

Nachdem die Segmente und die Fertigungssysteme in den Segmenten angeordnet sind ist eine Konfiguration der Fertigungsstrukturen durchzuführen. So ist z. B. bei der Fließfertigung zu entscheiden, ob mit deterministischen Bearbeitungszeiten (identische Bearbeitungszeiten für alle Erzeugnisse an einem Fertigungssystem) gearbeitet werden kann, oder ob von stochastischen Bearbeitungszeiten (aufgrund von Varianten eines Grundproduktes unterschiedliche Bearbeitungszeiten an einem Fertigungssystem) auszugehen ist [Vgl. GüTe1995, S. 90f]. Bei Flexiblen Fertigungssystemen ergibt sich zusätzlich zur Konfiguration in der sogenannten Designphase auch eine Konfigurationsaufgabe in der operativen Phase, da eine Ablaufplanung (für Werkzeuge und Materialhandhabungssysteme) durchzuführen ist [Vgl. Dank1994, S. 31]. Deshalb spielt beim Einsatz von Flexiblen Fertigungssystemen zur Ermittlung der Durchlaufzeit neben der Produktions- und Transportzeit auch die sogenannte Rüstzeit eine Rolle. In den operativen Planungsverfahren hat dies einen Einfluss auf die Losgröße. Ein Los entspricht dabei der Anzahl von Erzeugnissen, die zusammen gefertigt werden und als geschlossene Menge zwischen den Maschinen weitergereicht werden.

Das Endproduktdesign, welches bestimmt, aus welchen Zwischen- und Vorprodukten sich das Endprodukt zusammensetzt, bedingt das Fertigungsdesign, welches festlegt, mit welchen Fertigungssegmenten und welchen Fertigungseinheiten das Endprodukt gefertigt wird. Aus dem Fertigungsdesign und der Optimierung des Materialflusses zwischen den Fertigungseinheiten bzw. –segmenten ergibt sich die Struktur des gesamten Fertigungssystems. Bei den bisherigen Betrachtungen blieben dabei kapazitätsorientierte Aspekte unberücksichtigt, die durch die Planungsdimension der Absatz- bzw. Fertigungsmenge von Endprodukten allerdings notwendig sind. Im Folgenden sollen deshalb verschiedene Produktionsplanungsverfahren untersucht werden, wobei der Fokus nicht auf der detaillierten Darstellung dieser Verfahren liegt, sondern darauf, welche Verfahren Aussagen zu kritischen Fertigungseinheiten zulassen bzw. die Identifikation dieser kritischen Fertigungseinheiten unterstützen. Im Kontext dieser Betrachtung wird eine Fertigungseinheit dann als kritisch betrachtet, wenn durch sie der Materialfluss an Endprodukten in den Dimensionen Zeit und/oder Menge determiniert wird.

In der Literatur finden sich unterschiedliche Ansätze, die verschiedenen Planungsverfahren einzuordnen und zu gruppieren. So versuchen simultane Planungsverfahren alle Planungsaufgaben in einem einzigen großen Schritt auszuführen. Aufgrund der hohen Komplexität dieser Simultanplanung und der damit verbundenen hohen Anforderungen an Rechnerkapazitäten haben sich in der Praxis aber eher sukzessive und hierarchische Planungsverfahren durchgesetzt.

Bei der Sukzessivplanung wird das Planungsproblem „[...]in mehrere kleinere Teilprobleme zerlegt und jedes Teilproblem wird nacheinander (sukzessiv) gelöst, wobei eine hierarchische Ordnung der betrieblichen Pläne unterstellt wird“ [Weid1992, S. 17]. Die Aufteilung in Teilprobleme orientiert sich dabei an den in Tab. 4.1 aufgeführten Hauptfunktionen eines PPS-Systems. Insbesondere im Bereich der Termin- und Kapazitätsplanung gibt es verschiedene Lösungen, die das klassische Modular- oder Stufenkonzept erweitern und verfeinern. Bei der Sukzessivplanung gibt es kein übergeordnetes Optimierungsverfahren, welches die gesamten Teilproblemlösungen umfasst.

Dieser Mangel wird mit den hierarchischen Planungsverfahren kompensiert. Auch hier ist das Problem in Teilprobleme aufgeteilt. Diese sind allerdings hierarchisch angeordnet und stehen somit über Koordinierungsmechanismen zueinander in Beziehung. Damit ist es möglich, eine optimale Gesamtlösung für das Planungsproblem zu finden [Vgl. Weid1992, S. 20]. Die hierarchische Produktionsplanung stellt somit ein Bindeglied zwischen Simultan- und Sukzessivplanung dar [Vgl. Swit1988, S. 381]. Auf der obersten Gesamtplanungsebene werden die Entscheidungsprozesse mit Simultanplanungsansätzen unterstützt. In den einzelnen hierarchisch angeordneten Unterplanungs-



ebenen wird die Planungsaufgabe durch Sukzessivplanungskonzepte gelöst [Vgl. Schn1993, S. 15]. „ Ein solches Vorgehen vermeidet die meist unüberwindlichen Schwierigkeiten einer simultanen Lösung des Gesamtproblems, mildert die Auswirkung unsicherer Daten auf den höheren Ebenen und entspricht der organisatorischen Gliederung des Entscheidungsprozesses im Unternehmen“ [Flei1988, S. 361]

Eine weitere Einteilung lässt sich anhand der Organisationsstruktur des Fertigungssystems vornehmen. Insbesondere bei Fertigungssystemen mit unterschiedlichen Segmenten kann die Planungsaufgabe zentral oder dezentral ausgeführt werden.

Ansatz	Eigenschaften
Zentrale PPS-Systeme	Alle Planungsentscheidungen werden zentral getroffen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Menge und Art der Fertigungsaufträge</li> <li>• Start- und Endtermine der einzelnen Arbeitsvorgänge</li> <li>• Anpassungsmaßnahmen bei Abweichungen</li> </ul> Die einzelnen Fertigungsstellen haben keine Planungskompetenz sondern führen nur aus und melden den jeweiligen Status zurück
Dezentrale PPS-Systeme	Planungsaufgaben sind auf mindestens zwei oder mehr Organisationseinheiten verteilt: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Programm-, Mengen- und grobe Terminplanung werden hierbei oft von einer zentralen Stelle durchgeführt</li> <li>• Terminfein- und Kapazitätsplanung sowie Fertigungsauftragsfreigabe liegen in der Verantwortung der dezentralen Fertigungsstelle (z.B. ein Fertigungssegment)</li> </ul>

Quelle: [Vgl. Zäpf1998, S. 17]

**Tab. 4.7 Differenzierung von PPS-Systemen**

Zentrale PPS-Systeme sind dadurch gekennzeichnet, dass an einer zentralen Stelle alle Planungs- und alle Steuerungsaufgaben durchgeführt werden. Dazu ist es notwendig, dass umfangreiche Informationen über Systemzustände der einzelnen Fertigungseinheiten an die Zentrale zurückgemeldet werden. Gerade bei großen Fertigungssystemen entstehen ein immenser Informationsfluss und große Anforderungen an die Verarbeitbarkeit dieser Betriebsdaten. In der Praxis hat sich gezeigt, dass diese zentralen PPS-Konzepte nicht sehr flexibel sind und damit auch entsprechend träge auf Störungen wie etwa Eilaufträge oder Maschinenausfälle reagieren.

Aufgrund dieser Nachteile und nicht zuletzt auch zur Unterstützung von hierarchischen Planungsansätzen sind dezentrale PPS-Systeme entstanden [Vgl. Zäpf1998, S. 30]. Hierbei wird die Planungsaufgabe auf zwei oder mehrere Organisationseinheiten verteilt. Üblicherweise finden die Produktionsprogramm- und Mengenplanung sowie eine erste grobe Terminplanung nach wie vor zentral statt. Zur Feinterminierung und Kapazitätsplanung und insbesondere zur Auftragsfreigabe und –überwachung wird die Verantwortung an die jeweilige Organisationseinheit übertragen.

Bei der Gestaltung solcher dezentraler PPS-Systeme ist somit sowohl ein Zuordnungsproblem als auch ein Koordinierungsproblem zu lösen [Vgl. Zäpf1998, S. 31]:

- Zuordnungsproblem: Welche Entscheidungen im Hinblick auf den Material- und Warenfluss liegen bei den einzelnen Organisationseinheiten? (z.B. Fertigungssegmentierung, Layoutplanung).
- Koordinierungsproblem: Wie werden die Aufgaben der einzelnen Organisationseinheiten untereinander abgestimmt?

Generell kann laut Zäpfel das Koordinierungsproblem durch zwei Verfahrensansätze gelöst werden: eine hierarchische oder eine nicht-hierarchische Koordination. Die hierarchische Koordination zeichnet sich dadurch aus, „[...] dass ein Teilsystem (übergeordnete Organisationseinheit) mindestens einem anderen Teilsystem (untergeordnete Organisationseinheit) Vorgaben liefert, die dieses Teilsystem seinen Entscheidungen zugrunde legen muss“ [Zäpf1998, S. 31]. Die nicht-hierarchische Koordination geht von einem peer-to-peer Ansatz aus, bei dem gleichberechtigte Partner (Organisationseinheiten) selbstverantwortlich auf Basis von vorher gemeinsam ausgehandelten Zielen Entscheidungen treffen.

Das Verfahren der hierarchischen Koordination lässt sich noch dadurch verfeinern, dass festgelegt wird, mit welchem Prinzip die Planungsergebnisse weitergegeben werden. Zäpfel spricht hier vom Push- bzw. Pull-Prinzip. Das Push-Prinzip beruht darauf, dass die zentrale Stelle die Fertigungsaufträge (Grobterminierung) nach Art und Menge für einen bestimmten Zeitraum vorgibt und die Fertigungsstellen diese Aufträge eigenverantwortlich ausführen. Dieses Push-Prinzip ist damit sehr ähnlich den zentralen PPS-Systemen. Ganz anders verhält es sich beim Pull-Prinzip. Hier fordern die einzelnen Fertigungsstellen die Aufträge von den vorgelagerten Stellen an, die Fertigungsaufträge „[...] werden sozusagen durch das Fertigungssystem gezogen“ [Zäpf1998, S. 31].

In den zurückliegenden Jahren bzw. Jahrzehnten haben sich verschiedene Verfahren etabliert, die anhand der zuvor beschriebenen Systematik eingeordnet werden können. Bei der Untersuchung dieser Verfahren soll ein spezielles Augenmerk auf den Umgang mit Kapazitäten gelegt werden, um herauszufinden, ob die Verfahren Ansätze zur Identifikation und Behandlung von kritischen Fertigungseinheiten bzw. Fertigungsknoten bieten.

Das in Tab. 4.6 beschriebene Grundkonzept von PPS-Systemen hat in den 1970er Jahren in die Unternehmen Einzug gehalten. Dieses Grundkonzept ist im Wesentlichen gleichzusetzen mit dem MRP (Material Requirement Planning), welches sich haupt-

sächlich in den angelsächsisch dominierten Ländern durchgesetzt hat [Vgl. Flei1988, S. 349]. Bei MRP handelt es sich um ein sukzessives („modulares“), zentrales Planungsverfahren, das nach dem Push-Prinzip die Fertigungsaufträge an die Fertigungseinheiten verteilt. MRP geht bei der Programm-, der Mengen- und der Durchlaufterminierung (Grobterminierung) zunächst davon aus, dass Fertigungskapazitäten uneingeschränkt zur Verfügung stehen. Erst bei der Kapazitätsplanung wird eine Kapazitätsbelastung pro Fertigungseinheit errechnet und eine evtl. Überbelastung festgestellt. Es findet allerdings kein automatischer Kapazitätsabgleich statt. Vielmehr müssen manuelle Maßnahmen ergriffen werden – Verschieben von Fertigungsaufträgen, Überstunden, usw. – um diese Überbelastungssituationen zu lösen [Vgl. Zäpf1994, S. 723]. In diesem Sinne existieren somit auch keine Verfahren, um kritische Ressourcen automatisch zu identifizieren und zu behandeln. Es ist vielmehr notwendig, Kapazitätsengpässe manuell aufzulösen, bevor mit der Abarbeitung von Fertigungsaufträgen begonnen wird.

In der praktischen Anwendung haben sich weitere Schwachstellen des MRP-Ansatzes gezeigt [Vgl. Flei1988, S. 350]:

- Ungenügende Berücksichtigung von knappen Ressourcen (zeigt sich in der Gleichsetzung von Produktions- und Absatzplan).
- Isolierte Berechnung von Losgrößen. Interferenzen von Zwischenprodukten bleiben unberücksichtigt (z. B. Zwischenprodukte, die sich dieselben Kapazitäten teilen).
- Aufgrund der Trennung von Mengen- bzw. Terminplanung von der Kapazitätsplanung ergeben sich unzulängliche, meist überhöhte Durchlaufzeiten (das sogenannte „Durchlaufzeiten-Syndrom“<sup>25</sup>).

Aufgrund dieser Schwachstellen der traditionellen, modularen PPS- bzw. MRP-Systeme haben sich neuere Konzepte am Markt herausgebildet und in der Praxis durchgesetzt. Diese liefern insbesondere im Bereich Auftragsterminierung und –freigabe, sowie bei der Kapazitätsplanung weitergehende Ansätze und Verfahren.

Das MRP II – Konzept (Manufacturing Resource Planning) ist ein zentrales, modular aufgebautes Sukzessivplanungsverfahren [Vgl. DFG+1994, S. 1023], welches nach dem Push-Prinzip die Fertigungsaufträge an die Fertigungseinheiten weitergibt. Es ist damit eine evolutionäre Weiterentwicklung des MRP Verfahrens und liefert bei der Durchlaufterminierung wie auch bei der Kapazitätsplanung weitergehende Funktionen. Insbe-

---

<sup>25</sup> Detaillierte Beschreibung des „Durchlaufzeiten-Syndroms“ in [Zäpf1994, S. 726]

sondere ist die Abstimmung des Kapazitätsangebots an die Kapazitätsnachfrage besser automatisierbar. So kann z. B. die Grobterminierung von Fertigungsaufträgen aufgrund von eingeschränkten Fertigungskapazitäten automatisch neu berechnet werden [Vgl. Glas1994, S. 751]. Auch bietet das MRP II Konzept viel stärkere Differenzierungsmöglichkeiten bei der Einplanung bzw. Priorisierung von Fertigungsaufträgen, die sich in einer Warteschlange vor einer Fertigungseinheit befinden. So können neben der „first-come-first-served“ – Regel auch andere Prioritätsregeln, wie z. B. Liefertermin-Regel (der Auftrag mit dem frühesten Liefertermin hat Priorität) oder Kürzeste-Fertigungsrestzeit-Regel (der Auftrag, bei dem die Summe der noch anstehenden Bearbeitungszeiten den geringsten Wert aufweist) eingesetzt werden [Vgl. Glas1994, S. 752]. Obwohl das MRP II Konzept gerade im Bereich Kapazitätsplanung weitergehende Ansätze bietet, gibt es trotzdem keine Methoden und Verfahren, um kritische Fertigungsressourcen zu identifizieren und zu behandeln. Wie im MRP Konzept wird auch bei MRP II davon ausgegangen, dass Kapazitätsengpässe bereits aufgelöst sind, bevor mit der Bearbeitung der Fertigungsaufträge begonnen wird.

Ein wesentlicher Kritikpunkt am MRP II Konzept ist die zentrale, oft zeitlich fein granulare (minutengenaue) Festsetzung von Fertigungsauftragsstartterminen, die „[...]auf risikobehafteten Entscheidungsdaten (z.B. nicht exakt vorhersehbare Maschinenausfälle) schon bei ihrer Entstehung häufig überholt bzw. nicht realisierbar sind“ [Glas1994, S. 753]. Um dieser Kritik zu begegnen wurden verstärkte dezentrale PPS-Ansätze verfolgt, die im Wesentlichen eine dezentrale Feinterminierung und Auftragsfreigabe implementieren. Diese Ansätze sollen im Folgenden betrachtet werden.

Aufbauend auf einer zentralen Programm-, Mengen- und Grobterminierungsplanung wird bei der belastungsorientierten Auftragsfreigabe eine spezielle Kapazitätsabgleichsplanung durchgeführt, an die sich eine dezentrale Fertigungssteuerung anschließt. Die belastungsorientierte Freigabe ist somit kein vollständiges PPS-System. Die wesentliche Zielgröße bei diesem Verfahren ist die Durchlaufzeit [Vgl. Glas1994, S. 753]. Folgende Rahmenbedingungen werden dem Verfahren der belastungsorientierten Auftragsfreigabe zugrunde gelegt [Vgl. Zäpf1998, S. 34]:

- Eine Durchlaufterminierung ist durchgeführt. Alle Fertigungsaufträge liegen mit einem Endtermin vor.
- Die Kapazitäten aller Fertigungseinheiten sind bekannt und werden als fix betrachtet.
- Eine bereits durchgeführte Programmplanung hat bei der Formierung des Fertigungssystems bereits für eine Abstimmung des Bedarfs mit den Kapazi-

täten des Fertigungssystems gesorgt. Es wird von einer gleich bleibenden Gesamtauslastung des Systems ausgegangen.

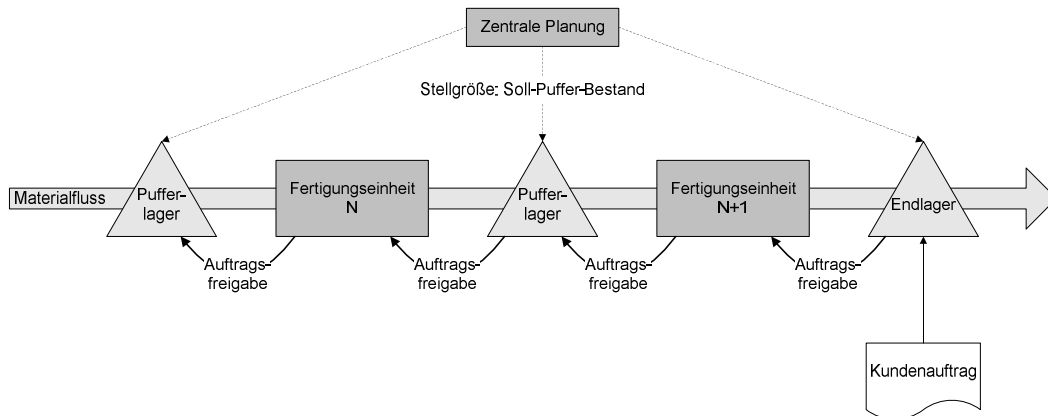
Die bestimmende Größe bei der belastungsorientierten Auftragsfreigabe ist die Belastungsschranke, die für jede Fertigungseinheit bzw. Fertigungseinheitsgruppe, auf eine Planperiode (z. B. Tag oder Woche) bezogen, festgelegt ist. Die Belastungsschranke ergibt sich aus der Summe der Kapazität der Fertigungseinheit und des Planbestands vor der Fertigungseinheit, ausgedrückt in Zeiteinheiten. Für jede Fertigungseinheit wird ein sogenanntes Belastungskonto geführt, auf dem freigegebene Arbeitsaufträge zugebucht und erledigte Arbeitsaufträge abgebucht werden [Vgl. Zäpf1998, S. 36]. Die Belastungsschranke determiniert damit die mittlere Durchlaufzeit und den Bestand im gesamten Fertigungssystem [Vgl. Flei1988, S. 352]. Die Planungsaufgabe besteht nun darin, die Fertigungsaufträge zu finden, die in der jeweils nächsten Planperiode zur Fertigung freigegeben werden. Dabei spielt sowohl die Dringlichkeit als auch eben die Belastungsschranke eine Rolle. Die belastungsorientierte Auftragsfreigabe arbeitet nach dem Push-Prinzip, da die Fertigungsaufträge vorgegeben werden und die dezentrale Steuerung dieser Aufträge an der Fertigungseinheit mit Hilfe der „first-come-first-served“ Regel durchgeführt wird.

Die belastungsorientierte Auftragsfreigabe ist somit ein Verfahren zur Fertigungssteuerung, das von einer endlichen Kapazität der Fertigungseinheiten ausgeht. Eine wichtige Größe stellt dabei die Belastungsschranke dar, die pro Fertigungseinheit betrachtet wird. Diese Belastungsschranke hat direkten Einfluss auf die Gesamtleistung des Fertigungssystems und es wird dadurch möglich, die Fertigungseinheiten bzw. –knoten zu identifizieren, die die Gesamtleistung nach unten determinieren. Im Sinne der weiter oben formulierten Definition können diese so identifizierten Fertigungseinheiten als kritische Ressourcen des Fertigungssystems betrachtet werden.

Die bisher beschriebenen Verfahren – MRP, MRP II und belastungsorientierte Auftragsfreigabe – arbeiten alle nach dem Push-Prinzip. Mit dem Kanban und Fortschrittszahlen Konzept werden nun zwei Verfahren vorgestellt, die nach dem Pull-Prinzip vorgehen.

Ziel des Kanban-Konzeptes (auch JIT – Just-in-time genannt) ist die Erzielung von geringen Durchlaufzeiten mit minimalen Beständen an Zwischenprodukten [Vgl. Flei1988, S. 351]. Gelingt es, Kundenaufträge aufgrund von Durchlaufzeiten, die den marktüblichen Lieferzeiten ähnlich sind, prompt zu erfüllen, so kann die Produktion auf Abruf realisiert werden [Vgl. Zäpf1998, S. 39]. Die Grundidee beim Kanban-Konzept besteht darin, „[...] den Materialfluss in der Produktion nach dem Supermarkt-Prinzip zu organisieren, d.h. ein Verbraucher entnimmt aus dem Pufferlager eine Ware be-

stimmter Spezifikation und Menge, der Abgang wird bemerkt und die Menge wieder aufgefüllt“ [Zäpf1998, S. 39]. Das Fertigungssystem betreibt also zwischen den verschiedenen Fertigungseinheiten entsprechende Pufferlager (siehe Abb. 4.21)



Quelle: [Vgl. Zäpf1998, S. 40]

**Abb. 4.21 Fertigungssystem nach dem Kanban Konzept**

Eine zentrale Planungsstelle gibt den Soll-Pufferbestand vor. In der Praxis bezieht sich dies auf eine bestimmte Menge an Behältern mit bestimmtem Inhalt (ein oder mehrere Zwischen- bzw. Endprodukte), die im jeweiligen Pufferlager vorrätig sein sollten. Die zentrale Planung legt somit für jedes Zwischen- und Endprodukt einen Bestand fest. Entnimmt nun ein Kundenauftrag Endprodukte aus dem Endlager, so werden Fertigungsaufträge zur Nachfertigung an die vorgelagerte Fertigungseinheit weitergereicht. Diese wiederum entnimmt zur Ausführung ihrer Fertigungsaufgabe Zwischenprodukte aus dem Pufferlager, was wiederum eine Nachfertigung in der davor gelagerten Fertigungseinheit bewirkt. Dieser Vorgang setzt sich, je nach Ausprägung des Fertigungssystems, bis zum Pufferlager für Vorprodukte fort. Es werden somit immer nur so viele Fertigungsaufträge weitergegeben, wie benötigt werden, um den Soll-Pufferbestand wieder herzustellen. Die einzelnen Fertigungseinheiten und Pufferlager sind mit einem vorwärtslaufenden Material- und einem rückwärtslaufenden Informationsfluss verbunden [Vgl. Zäpf1998, S. 39].

Damit dieses System reibungslos funktioniert, müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

- Gleichmäßige Nachfrage nach Endprodukten
- Rüstzeiten bzw. -kosten müssen vernachlässigbar sein
- Verfügbarkeit der Fertigungseinheiten muss hoch sein

- Die Qualität der Fertigung muss hoch sein. Es dürfen nur qualitativ hochwertige Produkte in die Pufferlager gelegt werden.

Liegen allerdings gewisse Bedarfsschwankungen vor, so ist ein flexibler Einsatz von Kapazitäten notwendig. In der Praxis bedeutet dies das Vorhalten von Kapazitätsreserven, was natürlich nur bis zu einem bestimmten Maße ökonomisch sinnvoll ist.

Das Kanban-Konzept geht davon aus, dass die Stellgrößen und Kapazitäten der Fertigungseinheiten aufeinander abgestimmt sind. Es ist ein bestandsorientierter Ansatz und liefert keine Verfahren und Methoden, um kritische Fertigungseinheiten bzw. –knoten zu identifizieren.

Ein weiteres dezentrales PPS-Verfahren, das nach dem Pull-Prinzip arbeitet, ist das Fortschrittszahlenkonzept. Das Ziel dieses Konzeptes ist die Gewährleistung von niederen Lagerbeständen bei ausreichender Materialverfügbarkeit [Vgl. Glas1994, S. 757]. Dabei basiert das Fortschrittszahlenkonzept auf der Idee, „[...] den Material- und Warenfluss über die Leistungsstellen (Beschaffung, Teilefertigung, Montage, etc.) zu koordinieren“ [Zäpf1998, S. 44]. Diese Leistungsstellen werden auch Kontrollblöcke genannt. Den Kontrollblöcken werden zentral Soll-Mengen, sogenannte Soll-Fortschrittszahlen vorgegeben, die über die Zeit kumulieren. Bei einer Soll-Fortschrittszahl „[...] handelt es sich um die Menge eines Erzeugnisses, die – gewöhnlich vom Jahresanfang ausgehend – insgesamt bis zu einem bestimmten Werktag (mindestens) bereitzustellen bzw. zu produzieren ist, damit ein vorgegebenes Absatzprogramm termingerecht realisiert werden kann“ [Glas1994, S. 757]. Bei der Erfüllung dieser Soll-Fortschrittszahlen agieren die Kontrollblöcke autonom und können Fertigungsaufträge und die dazugehörigen Termine selbständig bestimmen.

Durch die Verbindung der Kontrollblöcke zu einem Gesamtsystem entsteht ein System von untereinander verbundenen Fortschrittszahlen, die den Materialfluss durch das Fertigungssystem bestimmen. Der Produktionsfortschritt kann durch einen Vergleich von Soll- und Ist-Fortschrittszahlen ermittelt werden. Bei Abweichungen (Über- oder Unterdeckung) kann entsprechend gegengesteuert werden.

Im Fortschrittszahlenkonzept lassen sich auch Kontrollblöcke definieren, die über Lieferanten extern mit Erzeugnissen bedient werden. Mit Hilfe von Rahmenverträgen lässt sich der Material- und Warenfluss damit auch über Unternehmensgrenzen hinweg koordinieren.

Das Fortschrittszahlenkonzept ist ein dezentrales, materialflussorientiertes Planungsverfahren. Es trifft keine Aussagen über kritische bzw. knappe Kapazitäten und stellt auch

keine Verfahren bzw. Methoden zur Verfügung, um kritische Fertigungseinheiten bzw. –knoten zu identifizieren.

Neben diesen bestands- bzw. materialflussorientierten Ansätzen haben sich kapazitätsorientierte Produktionsplanungskonzepte etabliert, die darauf abzielen, eine ökonomisch sinnvolle Balance zwischen genügend vorhandenen und flexiblen Ressourcenkapazitäten und geringen Leerkapazitäten herzustellen. Als Kapazität versteht man in diesem Zusammenhang das Leistungspotential einer Ressource innerhalb eines bestimmten Zeitraums. Ressourcenarten sind Betriebsmittel-, Transport-, Lager-, Werkzeug- und Mitarbeiterressourcen [Vgl. Lack1998, S. 295]. Diese kapazitätsorientierten Ansätze zeichnen sich dadurch aus, dass sie die Planungen hauptsächlich an den Engpassressourcen ausrichten. Konkrete kapazitätsorientierte Verfahren sind Optimized Production Technology (OPT) und Engpassorientierte Disposition (EOD), auf die im Folgenden näher eingegangen wird.

Der OPT-Ansatz wurde Anfang der 1980er Jahre erstmals veröffentlicht. Eine sehr plastische und realitätsnahe Beschreibung dieses Ansatzes liefern Goldratt und Cox in ihrem Buch „Das Ziel“ [GoCo2001], das anhand eines konkreten Praxisbeispiels die Grundsätze und die Anwendung des OPT-Verfahrens in Romanform aufzeigt. Der Grundgedanke von OPT ist die Erkenntnis, dass Engpassressourcen die Material- bzw. Warenflüsse des Unternehmens limitieren und somit direkt die betriebswirtschaftlichen Ziele beeinflussen [Vgl. Zäpf1994, S. 729]. Dabei wird eine Fertigungseinheit dann als Engpassressource betrachtet, wenn ihre Kapazität gleich oder geringer ist als der auf sie entfallene Bedarf [Vgl. GoCo2001, S. 157]. Ziel des OPT-Ansatzes ist es, das Unternehmensziel der Gewinnmaximierung dadurch zu unterstützen, dass der Durchsatz (Throughput) erhöht und die Bestände (Inventory) und Betriebskosten (Operating Expense) verringert werden [Vgl. Weid1992, S. 56]. Dabei wird als Durchsatz die Geldmenge pro Zeiteinheit bezeichnet, die vom Fertigungssystem durch Verkäufe erzielt wird. Unter Bestand versteht man die Geldmenge, die für den Ankauf von Dingen (z. B. Vor- und Zwischenprodukte) investiert wurde, die zum Verkauf gedacht sind und die Betriebskosten sind die Geldmenge, die das System ausgibt, um Bestände in Durchsatz umzuwandeln [Vgl. GoCo2001, S. 86].

Um dieses Ziel erreichen zu können wurden ursprünglich neun OPT-Regeln vorgeschlagen<sup>26</sup>. Die wesentlichen Aussagen dabei sind [Vgl. GoCo2001, S. 157f]:

---

<sup>26</sup> Zur detaillierten Aufstellung und Beschreibung dieser neun OPT-Regeln sei auf die Arbeit von Weidner zur engpassorientierten Fertigungssteuerung verwiesen [Vgl. Weid1992, S. 53-69]



- Die Planung sollte sich am Materialfluss und nicht an der Kapazität orientieren.
- Der Materialfluss sollte dem Marktbedarf angepasst werden. Der Materialfluss durch den Engpass sollte in etwa dem Bedarf entsprechen.
- Engpässe determinieren den Durchsatz und den Bestand.
- Eine am Engpass verlorene Stunde ist eine verlorene Stunde des gesamten Fertigungssystems. Eine am Nicht-Engpass eingesparte Stunde ist eine Illusion.

Eine wesentliche Voraussetzung zur Anwendung des OPT-Verfahrens ist somit die Identifikation und Behandlung von Engpassressourcen. Zur Umsetzung der neun OPT-Regeln in ein kapazitätsorientiertes PPS-System wurden deshalb fünf Schritte bzw. Phasen herausgearbeitet [Vgl. Zäpf1994, S. 730f] [Vgl. Lack1998, S. 305]:

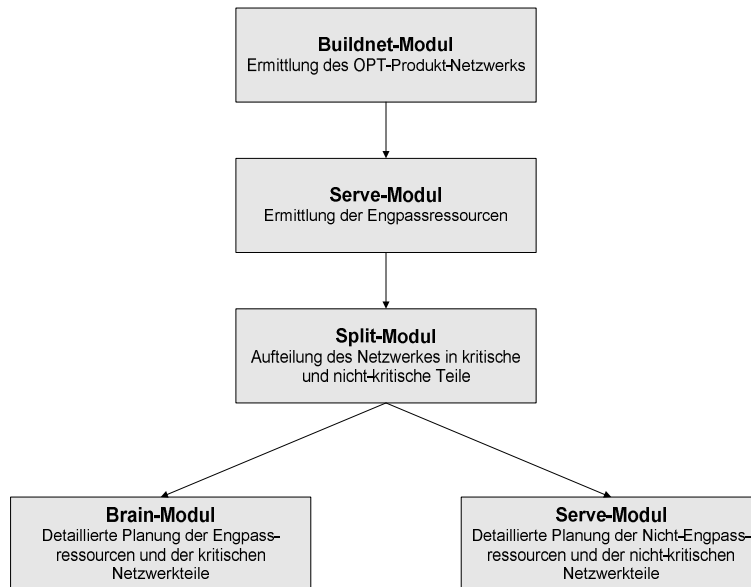
1. Ermittlung des OPT-Produkt-Netzwerks aus Stücklisten, Ressourcen und Arbeitsplänen
2. Identifikation von Engpassressourcen durch Rückwärtsterminierung des Netzwerkes
3. Aufteilung des Netzwerkes in kritische und nicht-kritische Teile
4. Festlegung der effizienten Ausnutzung der Engpassressourcen und detaillierte Planung durch Vorwärtsterminierung
5. Detaillierte Planung der Auslastung der Nicht-Engpassressourcen

Dabei können die Schritte 4 und 5 teilweise parallel erfolgen. Im OPT-Konzept sind diese Schritte durch verschiedene Module repräsentiert, wie in Abb. 4.22 dargestellt.

Im ersten Schritt (Buildnet-Modul) wird auf Basis der Aufträge, der zur Verfügung stehenden Ressourcen (Fertigungssystem), der Stücklisten der End- und Zwischenprodukte und der Arbeitspläne ein Arbeitsgangnetz erzeugt, das den Materialfluss durch das System widerspiegelt [Vgl. Lack1998, S. 305].

Auf Basis des so ermittelten Netzwerkes wird im zweiten Schritt (Serve-Modul), ausgehend von den geplanten Endterminen der Aufträge, mit Hilfe einer Rückwärtsterminierung die Kapazitätsbelastung aller Fertigungseinheiten ermittelt. Die Fertigungseinheiten, die eine Belastung von mindestens 100% aufweisen, werden als Engpassressourcen

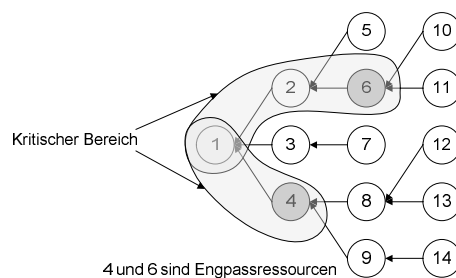
identifiziert. Es ist wichtig, dass möglichst alle Engpässe gleichzeitig ermittelt werden. Da die Engpässe den Gesamtdurchsatz des Fertigungssystems determinieren wird in diesem Schritt auch versucht, durch geeignete Maßnahmen (z. B. Veränderung von Fertigungs- und Transportlosgrößen oder Einsatz von alternativen Fertigungseinheiten) den Durchsatz durch die Engpässe zu erhöhen oder Engpässe zu beseitigen.



Quelle: [Vgl. Zäpf1994, S. 732]

**Abb. 4.22 Module im OPT-Konzept**

Sind alle Engpassressourcen im Netzwerk identifiziert, so wird nun im dritten Schritt (Split-Modul) das Netzwerk in einen kritischen und einen nicht-kritischen Bereich unterteilt. Der kritische Bereich umfasst die Engpassressourcen und alle Nachfolger im Netzwerk. Abb. 4.23 stellt diesen Sachverhalt an einem Netzwerkbeispiel dar.

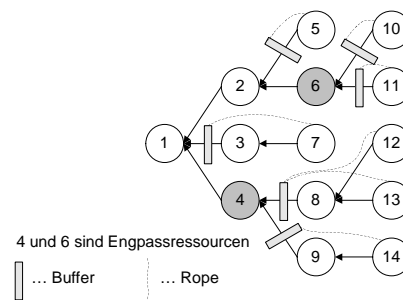


**Abb. 4.23 Beispiel für kritische Bereiche im OPT Netzwerk**

Im vierten Schritt (Brain-Modul) wird nun eine detaillierte Planung für die Engpassressourcen und die kritischen Bereiche des Netzwerkes vorgenommen. Dies geschieht mit Hilfe einer Vorwärtsterminierung. Der eingesetzte Algorithmus ist nicht veröffentlicht, sondern wird von den Entwicklern aus kommerziellen Gründen geheim gehalten. Das

Ergebnis dieses vierten Schrittes ist ein detaillierter Belegungsplan für alle Fertigungseinheiten im kritischen Bereich des Netzwerkes.

Die Planung für die Nicht-Engpassressourcen und damit für den nicht-kritischen Bereich des OPT-Netzwerkes wird im fünften und letzten Schritt (Serve-Modul) durchgeführt. Dabei sollte die Nutzung der Nicht-Engpassressourcen so geplant sein, dass der Durchsatz der Engpassressourcen gewährleistet wird. Die Nicht-Engpassressourcen werden also nicht bis an ihre Kapazitätsgrenzen belastet. Zur Sicherstellung des Durchsatzes der Engpassressourcen bei unvorhergesehenen Abweichungen vom Plan werden in der Regel Pufferlager (buffer) vor die Engpassressourcen eingebaut. Diese Pufferlager stellen sozusagen die Verbindung zwischen dem nicht-kritischen und kritischen Bereich des Netzwerkes her. Eine Planungsaufgabe dabei ist, den Maximalbestand dieser Pufferlager festzulegen. Über eine Meldeverbindung (rope) wird den vorgelagerten Nicht-Engpassressourcen signalisiert, dass sie die Produktion einstellen, wenn das Pufferlager den Maximalbestand erreicht hat. Da der Engpass sozusagen den Takt (drum beat) angibt, spricht man hierbei von dem Drum-Buffer-Rope Konzept, das in Abb. 4.24 an einem Beispiel dargestellt ist.



**Abb. 4.24 Beispiel für Drum-Buffer-Rope Konzept**

In diesem Beispiel stellen die Knoten 4 und 6 Engpassressourcen dar. Der Knoten 6 gibt dabei den Takt für die Knoten 5, 10 und 11 vor, die im nicht-kritischen Bereich des Netzwerkes liegen und über Pufferlager an den kritischen Bereich „angedockt“ sind. Die entsprechenden Pufferlager sind über die Meldeverbindungen mit den jeweiligen Knoten verbunden. Der Knoten 4 bestimmt den Takt für die Knoten 8, 9, 12, 13 und 14, die eingebauten Pufferlager sind über Meldeverbindungen mit den Knoten 12, 13 und 14 verbunden. Die Knoten 3 und 7 sind ebenfalls Teil des nicht-kritischen Bereiches und werden deshalb auch über ein Pufferlager an den kritischen Bereich angeschlossen. Die Meldeverbindung dieser Pufferlager steuert die Produktion von Knoten 7.

Das OPT-Verfahren ist ein dezentrales, kapazitätsorientiertes Planungsverfahren, das aufgrund seiner engpassorientierten Vorgehensweise Methoden und Verfahren zur Verfügung stellt, um eben diese Engpässe zu ermitteln und zu behandeln. Es erscheint ge-

eignet, um es auf strategische Liefernetze zu übertragen, allerdings wird im Folgenden noch zu prüfen sein, inwieweit die Geheimhaltung des zentralen Algorithmus dabei hinderlich ist.

Abschließend soll auf ein weiteres Verfahren, die engpassorientierte Disposition (EOD) eingegangen werden, das sowohl kapazitäts- als auch materialflussorientiert arbeitet.

Das von Zimmermann vorgeschlagene Verfahren hat zum Ziel, einen möglichst guten Materialfluss zu erzielen und dabei auch mit den Engpässen sparsam umzugehen [Vgl. Zimm1987, S. 46]. Im Mittelpunkt der Betrachtung stehen dabei Materialengpässe, die aktuell bei der Materialdisposition ermittelt und berücksichtigt werden. Zimmermann kritisiert dabei das Vorgehen bei der klassischen Planung, die wirtschaftlichen Losgrößen bildet, die auf der Annahme beruhen, dass es ein unendliches Kapazitätsangebot gibt und auch keine Fehlteile produziert werden. Er schlägt vielmehr vor, die Losgrößenplanung auf einen „[...] kontinuierlichen Materialfluss und eine Auftragsreihenfolge möglichst nur nach dem FIFO-Prinzip“ [Zimm1987, S. 49] auszurichten. Dabei soll die Losgrößenbildung in Abhängigkeit der Materialverfügbarkeit bereits bei der Bedarfsauflösung durchgeführt werden. Die Auflösung der Primärbedarfe über Stücklisten geschieht unter Berücksichtigung von Verfügbarkeiten untergeordneter Teile (z. B. Lagerbeständen) [Vgl. Weid1992, S. 48]. Indem sowohl Kapazitätsbedarf als auch Materialbedarf und Kapazitätsverfügbarkeit sowie Materialverfügbarkeit betrachtet werden, kann das EOD-Verfahren auch mit Kapazitätsengpässen umgehen.

Das EOD-Verfahren wird also zur detaillierten Losgrößenplanung unter Berücksichtigung von Material- bzw. Kapazitätsverfügbarkeiten eingesetzt. Es betrachtet kritische Ressourcen (eben die Materialengpässe) und es erscheint somit ebenfalls geeignet für die Übertragung auf strategische Liefernetze.

### *Zusammenfassung*

Die Analogien von strategischen Liefernetzen mit Fertigungssystemen und die gezielte Betrachtung verschiedener Planungsverfahren im Hinblick auf die Identifikation von kritischen Ressourcen wurden in dieser Arbeit thematisiert. Ziel war es dabei, zu analysieren, inwieweit bereits Methoden und Verfahren zur Verfügung stehen, die dann gegebenenfalls auf die Betrachtungen strategischer Liefernetze übertragen werden können. In Tab. 4.8 sind diese Verfahren im Überblick dargestellt. Es wird jeweils beschrieben, wie diese mit Ressourcenkapazitäten umgehen und Methoden und Verfahren zur Identifikation von kritischen Ressourcen explizieren. Dabei zeigt sich, dass die meisten Verfahren bei der Planung zunächst von unbegrenzten Kapazitäten ausgehen und Ressourcenkapazitäten in der Regel erst in einer zweiten Planungsstufe eine Rolle spielen. Nur

die belastungs- und kapazitätsorientierten Verfahren liefern Ansatzpunkte zur Identifikation und Behandlung von kritischen Ressourcen.

Verfahren	Umgang mit Kapazitäten	Identifikation von kritischen Ressourcen
MRP	Planung geht zunächst von keinen Kapazitätseinschränkungen aus. Treten Kapazitätsengpässe auf, so müssen diese manuell behoben werden	Nein. Überlastsituationen müssen manuell erkannt und aufgelöst werden.
MRP II	Die Abstimmung des Kapazitätsangebots mit der Kapazitätsnachfrage hat Einfluss auf die Grobterminierung	Nein. Überlastsituationen müssen manuell erkannt und aufgelöst werden
Belastungsorientierte Auftragsfreigabe	Endliche Kapazitäten der Fertigungseinheiten werden bei der Programmplanung berücksichtigt	Ja. Bestimmung der Belastungsschranke pro Fertigungseinheit. Belastungsschranke determiniert die Gesamtleistung des Systems
Kanban (bestandsorientierte Auftragsfreigabe)	Bedarfsschwankungen werden durch das Vorhalten von Kapazitätsreserven aufgefangen	Nein
Fortschrittszahlenkonzept	Kapazitäten zur Erfüllung der Soll-Mengen müssen ggf. erweitert werden.	Nein
Optimized Production Technology	Engpässe determinieren den Durchsatz und den Bestand	Ja. Identifikation von Engpassressourcen und von kritischen und nicht-kritischen Teilen des Fertigungsnetzes
Engpassorientierte Disposition	Losgrößenbildung in Abhängigkeit der Materialverfügbarkeit bei der Bedarfsauflösung	Ja. Berücksichtigung von Materialengpässen

**Tab. 4.8 Zusammenfassung der Planungsverfahren**

Bei der Suche nach Analogien von strategischen Liefernetzen mit Fertigungssystemen hat sich gezeigt, dass es durchaus Ansatzpunkte gibt (z. B. in den Verfahren OPT und EOD), die zur Identifikation und Behandlung von kritischen Ressourcen und kritischen Teilnetzen herangezogen werden können. Auf der Basis der bisherigen Erkenntnisse soll nun zunächst eine Definition der Begriffe „Kritischer Knoten“ und „Kritisches Teilnetz“ vorgenommen werden.

#### **4.2.3 Definition von kritischen Knoten und kritischen Teilnetzen**

Die Geschäftstätigkeit eines Unternehmens wird in entscheidendem Maße von dem Ziel gesteuert, den Anforderungen der Kunden gerecht zu werden und dabei den Gewinn des Unternehmens zu maximieren. Die unternehmerische Aufgabe besteht also darin, den Durchsatz durch das Unternehmen (den Umsatz) zu erhöhen, dabei aber gleichzeitig die Kosten für die Erbringung dieses Durchsatzes (Betriebs- und Bestandskosten) gering zu halten. Der Durchsatz durch das Unternehmen lässt sich durch die Leistungsparameter

Menge, Zeit, Qualität, Preis und Ort beschreiben. Die Kundenanforderungen können somit ganz allgemein beschrieben werden als: das richtige Produkt (Qualität), zur richtigen Zeit, in der richtigen Menge, am richtigen Ort und zu einem möglichst niedrigen Preis geliefert zu bekommen [Vgl. MuAD2002, S. 22]. Damit sind auch die kritischen Ziele festgelegt, die eine Beschaffungsfunktion im Unternehmen erreichen will [Vgl. SaTa2002, S. 18]. Die im Rahmen dieser Arbeit daraus abgeleiteten Leistungsdimensionen zur Analyse von Liefernetzen im Hinblick auf kritische Knoten und kritische Teilnetze sind somit die Beschaffungszeit, die Qualität und der Lieferservice (Termin- und Mengentreue) und folgen damit den in Kapitel 3.3.1 beschriebenen Kriterien zur Evaluierung strategischer Liefernetze.

Um diese Kundenanforderungen erfüllen zu können, wird es für das Unternehmen entscheidend darauf ankommen, die leistungsbegrenzenden Faktoren zu ermitteln und in richtigem Maße zu behandeln. Dies gilt sowohl für unternehmensinterne (z. B. Engpassressourcen) als auch für unternehmensexterne Faktoren (z. B. strategische Lieferanten).

#### *Definition von kritischen Knoten*

Im Kontext der strategischen Liefernetze wird ein kritischer Knoten deshalb zunächst folgendermaßen definiert:

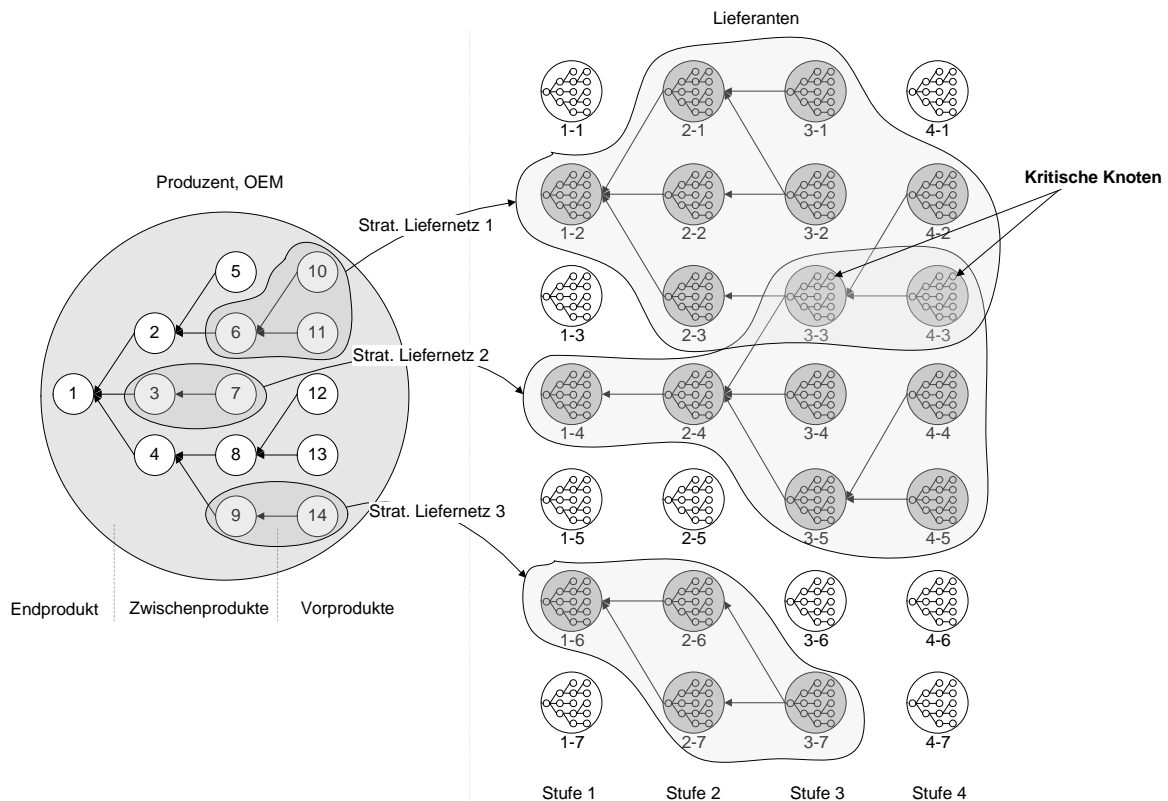
*Teildefinition 1:* „Ein Knoten in einem strategischen Liefernetz wird dann als kritisch betrachtet, wenn er ein oder mehrere Leistungsparameter des gesamten Netzwerks bestimmt bzw. limitiert. Die wichtigsten Leistungsparameter in diesem Zusammenhang sind Zeit, Qualität und Lieferservice“.

Wie in Kap. 3.2 bei der Bewertung von Lieferanten angeführt, gibt es neben diesen Leistungsparametern noch die Betrachtungsebene Technologie und Abhängigkeit. Dabei scheint insbesondere die Abhängigkeit aufgrund z. B. monopolistischer Strukturen (z. B. Werkzeugmonopol) hinreichend zu begründen, einen solchen Knoten ebenfalls als kritisch zu bezeichnen, da z. B. bei Komplettausfall eines solchen Knotens normalerweise keine Handlungsalternativen zur Verfügung stehen.

*Teildefinition 2:* „Ein Knoten in einem strategischen Liefernetz wird dann als kritisch betrachtet, wenn er über eine monopolistische Struktur verfügt. Dieses Monopol kann sich z. B. beziehen auf Werkzeuge, Ressourcen oder Rohstoffe, aber auch auf geschützte Produkte bzw. Patente.“

Diese beiden Teildefinitionen beziehen sich zunächst auf die Ebene eines Liefernetzes. Ein Unternehmen agiert aber in der Regel mit mehreren Liefernetzen, da ein Endprodukt aus mehreren Zwischenprodukten bestehen kann, die jeweils mit einem Liefernetz

abgebildet sind. Wie in Abb. 4.25 dargestellt, sind Knoten 3-3 und Knoten 4-3 sowohl am strategischen Liefernetz 1 als auch am strategischen Liefernetz 2 beteiligt.



**Abb. 4.25 Knoten in mehreren Liefernetzen**

Darüber hinaus produziert ein Unternehmen in den meisten Fällen mehr als ein Endprodukt, so dass auf Unternehmensebene meist mehrere Liefernetze zum Einsatz kommen. Bei dieser unternehmensweiten Betrachtung erscheint es angebracht, Knoten dann als kritisch zu betrachten, wenn sie in mehr als einem Liefernetz bzw. sogar in allen Liefernetzen vorkommen. Der Ausfall eines solchen Knotens bzw. die Leistungsminde- rung dieses Knotens würden sich sonst auf mehrere Liefernetze und damit unter Um- ständen auf mehrere Endprodukte auswirken.

*Teildefinition 3:* „Ein Knoten wird dann als kritisch betrachtet, wenn er in mehreren Liefernetzen vorkommt. Ein besonderes Augenmerk ist auf solche Knoten zu legen, die in allen Liefernetzen eines Unternehmens vorkommen“.

Mit diesen Teildefinitionen ist nun die Grundlage geschaffen, um kritische Knoten in strategischen Liefernetzen zu identifizieren. Bevor hierzu allerdings detailliertere Be- trachtungen angestellt werden, soll der Begriff des kritischen Teilnetzes hergeleitet und definiert werden.

### Definition von kritischen Teilnetzen

In Analogie zum OPT-Verfahren, bei dem eine Engpassressource einen kritischen Bereich des Fertigungssystems bestimmt, kann auch bei der Betrachtung der strategischen Liefernetze davon ausgegangen werden, dass ein kritischer Knoten einen Teil des Netzwerkes als kritisch determiniert. In dem in Abb. 4.26 dargestellten Beispiel eines Liefernetzes sind zwei kritische Knoten identifiziert worden (Knoten 4 und Knoten 6). Ausgehend von diesen beiden kritischen Knoten werden alle nachfolgenden Netzwerkknöten zu einem kritischen Teilnetz zusammengefasst.

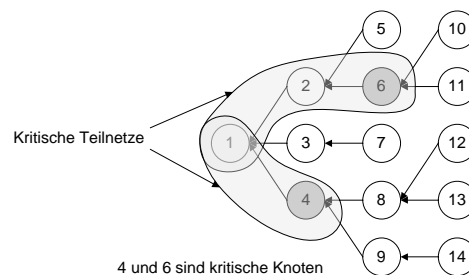


Abb. 4.26 Definition eines kritischen Teilnetzes

Es ergibt sich somit folgende Definition:

*Kritisches Teilnetz:* „Als kritisches Teilnetz wird der Teil eines strategischen Liefernetzes bezeichnet, der alle Nachfolgeknöten eines als kritisch ermittelten Knöten umfasst“.

Dieser Sachverhalt lässt sich formal mit Hilfe der Graphentheorie darstellen. Ein strategisches Liefernetz ist als gerichteter Graph  $G = [V, E]$  modelliert (siehe Kapitel 2.2.2). Es existiere ein kritischer Knöten ( $k = v_x$ )  $\in V$ . Die Menge aller von einem Knöten  $v$  eines gerichteten Graphen erreichbaren Nachfolger sei  $\mathfrak{R}(v)$  [Vgl. Neum1975, S. 28]. Damit ergibt sich für die Menge aller Knöten im kritischen Teilnetz  $K$ :

$$V(K) = \mathfrak{R}(k) \quad (4.1)$$

Auf Basis dieser Definitionen werden im Folgenden nun Kriterien und Methoden erarbeitet, die es erlauben, die Identifikation von kritischen Knöten durchzuführen und zu automatisieren.

#### 4.2.4 Identifikation kritischer Knöten anhand von Leistungsdimensionen

Teildefinition 1 von kritischen Knöten beschreibt verschiedene Dimensionen bzw. Leistungsparameter, um kritische Knöten zu identifizieren. Die Festlegung der Leistungsdi-



mensionen orientiert sich an den bereits zur Evaluierung von strategischen Liefernetzen eingeführten Kriterien. Im Einzelnen sind dies:

- Dimension Zeit: In jedem Liefernetz gibt es mindestens ein kritisches Teilnetz, welches die Beschaffungszeit determiniert. Jeder Knoten in einem solchen Teilnetz ist als kritisch zu betrachten.
- Dimension Qualität: Im Wesentlichen geht es hier um die von den einzelnen Liefernetzknotten zu erwartende Produktqualität, die durch den Produktqualitätsfaktor gemessen werden kann. Die Liefernetzknotten, die die Produktqualität limitieren oder die eine durch das fokale Unternehmen vorgegebene Produktqualität unterschreiten, werden als kritische Knoten betrachtet.
- Dimension Lieferservice: Die Termin- und die Mengentreue sind wichtige Parameter, um die Verlässlichkeit eines Liefernetzes zu messen. Die Liefernetzknotten, die den Lieferservicefaktor des gesamten Liefernetzes bestimmen oder die einen durch das fokale Unternehmen vorgegebenen Lieferservice unterschreiten, werden als kritische Knoten betrachtet.

Die Beschaffungskosten sind zwar ein wichtiges Kriterium bei der Evaluierung von Liefernetzen, sollen aber für die Bestimmung von kritischen Knoten und kritischen Teilnetzen im Sinne der in dieser Arbeit verwendeten Definitionen nicht eingesetzt werden. Diese Vorgehensweise lässt sich damit begründen, dass das fokale Unternehmen zwar den ursprünglichen Bedarf vorgibt, jedoch keine Vorgaben über die Ausgestaltung der weiteren Teilbedarfe und dazugehörigen Stücklisten macht. Inwieweit dabei im Liefernetz z. B. Standardprodukte zum Einsatz kommen, bei denen eine Vergleichbarkeit von Beschaffungskosten gegeben wäre, kann bei der Selbstmodellierung nicht vorhergesagt werden. Ein Verfahren zur Analyse der gesamten Erzeugnisstruktur und Ermittlung der Elemente, die in Bezug auf die Vergleichbarkeit von Beschaffungskosten herangezogen werden können, würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen, könnte aber ein Ansatz für weiterführende Untersuchungen sein.

Das Evaluierungskriterium Ausdehnung eines Liefernetzes könnte bedingt für die Identifikation von kritischen Knoten verwendet werden, da bestimmte internationale Bereiche als kritische Regionen deklariert werden können. Dies soll allerdings hier nicht weiter verfolgt werden.

In diesem Abschnitt werden zunächst Kriterien und Methoden für die einzelnen Dimensionen getrennt beschrieben, um sie dann in einem Vektoransatz wieder zusammenzuführen und ganzheitlich zu betrachten.

## Dimension Zeit

In der Dimension Zeit geht es darum, diejenigen Liefernetzknotten zu identifizieren, die die Lieferzeit bzw. Beschaffungszeit des gesamten Netzwerkes determinieren. Jede zeitliche Verzögerung in einem solchen Knoten erhöht die Gesamtbeschaffungszeit. Um nun solche kritischen Knoten in der Dimension der Zeit zu bestimmen, wird auf die in Kapitel 4.2.1 beschriebene Analogie der strategischen Liefernetze mit Netzplänen zurückgegriffen. Gerade bei der Planung von Projekten mit Hilfe von Netzplänen ist die Identifikation aller Vorgänge, die sich auf dem kritischen Pfad befinden, eine der wichtigsten Aufgaben. Deshalb gibt es in der Netzplantechnik Methoden zur Identifikation solcher kritischen Vorgänge, die nun entsprechend auf die strategischen Liefernetze angewendet werden können.

In Abb. 4.27 ist an einem Beispiel die Analogie zwischen einem strategischen Liefernetz und einem Vorgangsknotennetz aus der Netzplantechnik unter dem Blickwinkel der Beschaffungszeit dargestellt. Die Liefernetzknotten entsprechen den Vorgangsknoten, die Leistungsbeziehungen zwischen den Liefernetzknotten entsprechen den Kanten mit Bewertungen im Vorgangsknotennetz.

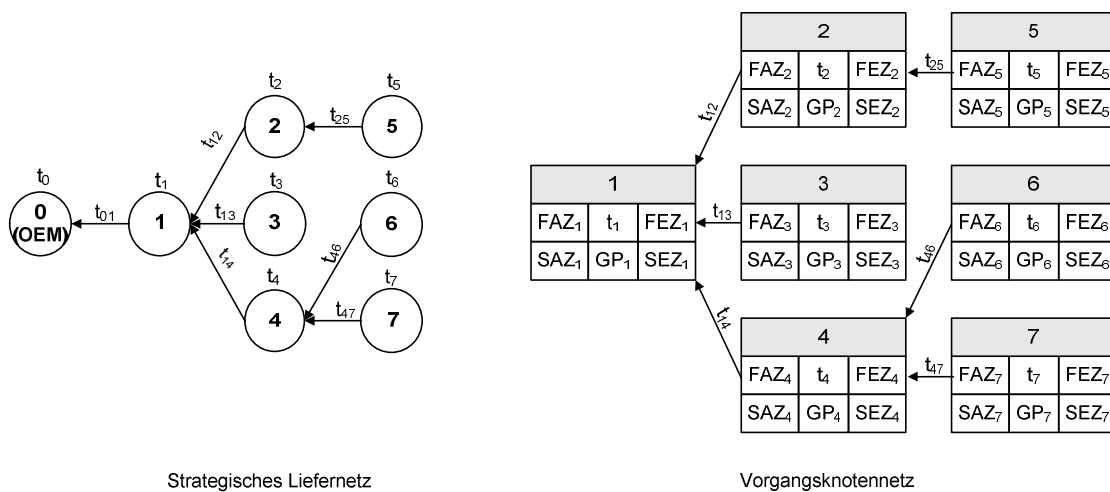


Abb. 4.27 Darstellung eines Liefernetzes als Vorgangsknotennetz

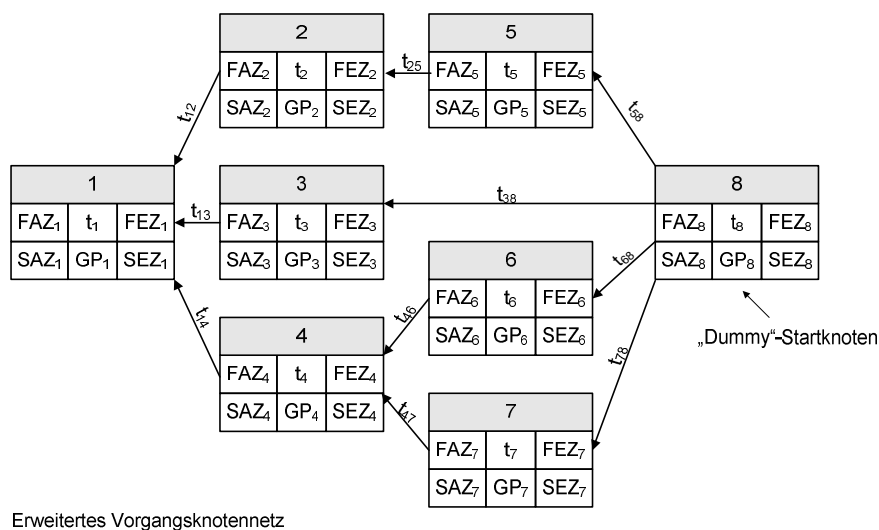
Wie aus der Darstellung ersichtlich wird, gibt es ganz offensichtlich Unterschiede zum klassischen Netzplan eines Projektes, wie er in Kapitel 4.2.1 besprochen wurde:

- Die Reihenfolge bzw. die Leserichtung des Netzplans ist vertauscht, da das Vorgangsknotennetz eines strategischen Liefernetzes dem Güterfluss im Netzwerk folgt (siehe auch die formale Definition in Kapitel 2.2.2). Im Beispiel in Abb. 4.27 repräsentiert der Knoten 1 somit einen Endknoten.

- Es gibt keine expliziten Startknoten, da im strategischen Liefernetz mehrere Liefernetzknotten Ausgangspunkt für den Güterfluss sein können.

Aufgrund dieser Unterschiede muss zunächst herausgearbeitet werden, unter welchen Umständen bzw. mit welchen Annahmen die Methoden der Netzplantechnik dennoch angewendet werden können.

Ein nahe liegender Ansatz ist die Einführung eines „Dummy“-Startknotens, der den verschiedenen Ausgangsknoten im Liefernetz „vorgeschaltet“ wird. In Abb. 4.28 ist ein solches erweitertes Vorgangsknotennetz auf Basis des Beispiels aus Abb. 4.27 dargestellt.



**Abb. 4.28** Erweitertes Vorgangsknotennetz eines strategischen Liefernetzes

Die Zeit  $t_j$  entspricht der Produktionszeit im Liefernetzknotten  $j$ , die Zeit  $t_{ij}$  repräsentiert die Transportzeit zwischen zwei benachbarten Liefernetzknotten  $i$  und  $j$ . Mit den Zeitpunkten frühestmöglicher Anfang und Ende bzw. spätestnotwendiger Anfang und Ende wird ermittelt, in welchem „Zeitfenster“ die Produktionsaktivität ablaufen kann. Der Gesamtpuffer GP gibt an, wie viel zeitliche Flexibilität im jeweiligen Liefernetzknotten zur Verfügung steht. Je kleiner der Gesamtpuffer ist, desto wichtiger ist die Einhaltung der Produktionszeit im Liefernetzknotten.

Für den „Dummy“-Startknoten (Knoten 8 in Abb. 4.28) sind somit folgende Zeitparameter vorgegeben:

$$\begin{aligned}
 t_8 &= 0 \\
 FAZ_8 &= FEZ_8 = 0 \\
 SAZ_8 &= SEZ_8 = 0 \\
 t_{38} &= t_{78} = t_{68} = t_{58} = 0
 \end{aligned}
 \tag{4.2}$$

Im Sinne des strategischen Liefernetzes stellt der „Dummy“-Startknoten somit einen neutralen Knoten dar, der keinen Einfluss auf die Wertschöpfungsaktivitäten hat, sondern lediglich für die Ermittlung der jeweiligen Zeitpunkte in den Liefernetzknotten und dabei insbesondere auf die Bestimmung der Gesamtpufferzeiten eingesetzt wird.

Um nun die frühestmöglichen und die spätestnotwendigen Zeitpunkte für alle Vorgangsknoten (Liefernetzknotten) berechnen zu können, soll in Analogie zur Netzplantechnik zunächst eine Vorwärtsberechnung erfolgen. Dazu wird das bisher betrachtete Beispiel dahingehend verallgemeinert, dass der „Dummy“-Startknoten die Vorgangsnummer  $n$  erhält und der Endknoten die Vorgangsnummer  $1$  beibehält. Es ergeben sich folgende Berechnungsschritte:

1. Für den „Dummy“-Startvorgang  $n$  wird der frühestmögliche Anfangszeitpunkt  $FAZ_n = 0$  vorgegeben
2. Berechne für den „Dummy“-Startvorgang den frühestmöglichen Endzeitpunkt:  $FEZ_n = FAZ_n + t_n = 0$  (da auch  $t_n = 0$ ).
3. Berechne für alle Vorgangsknoten von  $j = n - 1$  bis  $j = 1$  mit  $j = j - 1$  den frühestmöglichen Endzeitpunkt aus dem Maximalwert der frühestmöglichen Anfangszeitpunkte aller Vorgänger  $P(j)$  (aus der Sicht des strategischen Liefernetzes) des Vorgangs  $j$ :

$$FAZ_j = \max \{ (FEZ_i + t_{ji}) : i \in P(j) \} \quad (4.3)$$

Damit ergibt sich der frühestmögliche Anfangszeitpunkt:

$$FEZ_j = FAZ_j + t_j \quad (4.4)$$

Unter Anwendung der Rückwärtsrechnung lassen sich nun die spätestnotwendigen Anfangs- und Endzeitpunkte für alle Knoten folgendermaßen berechnen:

4. Der spätestnotwendige Endzeitpunkt ( $SEZ_1$ ) des Endknottens  $1$  wird entweder vorgegeben (z. B. durch einen vom beschaffenden Unternehmen vorgegebenen Lieferzeitpunkt) oder gleich dem frühestmöglichen Endzeitpunkt ( $FEZ_1$ ) gesetzt:

$$SEZ_1 = FEZ_1 \quad (4.5)$$

5. Damit ergibt sich der spätestnotwendige Anfangszeitpunkt für den Endvorgangsknoten zu:

$$SAZ_1 = SEZ_1 - t_1 \quad (4.6)$$

6. Der spätestnotwendige Endzeitpunkt eines Vorgangs berechnet sich aus dem kleinsten spätestnotwendigen Anfangszeitpunkt aller Nachfolger. Deshalb berechne für alle Vorgangsknoten  $j$  für  $j = n$  bis  $j = 1$  und  $j = j - 1$  den spätestnotwendigen Endzeitpunkt aus dem Minimalwert aller spätestnotwendigen Anfangszeitpunkte aller Nachfolger  $S(j)$  wie folgt:

$$SEZ_j = \min \{ (SAZ_i - t_{ij}) : i \in S(j) \} \quad (4.7)$$

Damit ergibt sich der spätestnotwendige Anfangszeitpunkt für den Vorgangsknoten  $j$  zu:

$$SAZ_j = SEZ_j - t_j \quad (4.8)$$

Auf Basis dieser Zeitpunkte lässt sich nun für jeden Vorgangsknoten (Liefernetzknotten) der jeweilige Gesamtpuffer ermitteln zu:

$$GP_j = SAZ_j - FAZ_j = SEZ_j - FEZ_j \quad (4.9)$$

Alle Vorgänge, bei denen kein zeitlicher Gesamtpuffer existiert ( $GP = 0$ ) sind kritische Vorgänge bzw. kritische Knoten im strategischen Liefernetz. Die Menge  $K$  aller kritischen Knoten der Dimension Zeit ergibt sich somit zu:

$$K_t = \{ j : j \in V \wedge GP_j = 0 \} \quad (4.10)$$

$V$  ist dabei die Menge aller Knoten im strategischen Liefernetz (ausschließlich des Dummy-Startknotens). Damit wird der nur zur Berechnung eingeführte „Dummy“-Startknoten bei der Identifikation von kritischen Knoten nicht berücksichtigt, obwohl dieser aufgrund der Annahmen in Formel 4.2 mit  $QP = 0$  als kritisch definiert ist.

Weiterhin ist anzumerken, dass der Endknoten im Vorgangnetz – im strategischen Liefernetz der Ausgangsknoten des Netzwerkes – in der Regel immer ein kritischer Knoten ist, da normalerweise der spätestnotwendige Endzeitpunkt mit dem frühestmöglichen Endzeitpunkt gleichgesetzt wird ( $SEZ_1 = FEZ_1$ ).

Zur Durchführung der Berechnungen sind im Wesentlichen folgende Daten und Informationen notwendige Voraussetzungen:

- Die Gesamtstruktur des Liefernetzes muss bekannt sein. Die einzelnen Liefernetzknotten müssen eindeutig über eine Knotennummer identifizierbar sein.

- Die Produktionszeit  $t_j$  in jedem Liefernetzknotten  $j$  muss bekannt sein.
- Die Transportzeit für die Beziehungen zwischen den Liefernetzknotten muss ebenfalls bekannt sein.

Da diese Voraussetzungen bereits bei der in Kapitel 3.3.1 beschriebenen Evaluation von Liefernetzen geschaffen wurden, kann auf die Daten aus den Tabellen Tab. 3.31 und Tab. 3.32 zurückgegriffen werden. Die ermittelten Ergebnisse lassen sich ebenfalls in einer Tabelle zusammenfassen (siehe Tab. 4.9).

Knotennummer	Produktionszeit	FAZ	SAZ	FEZ	SEZ	Gesamtpuffer
$j$	$t_j$	$FAZ_j$	$SAZ_j$	$FEZ_j$	$SEZ_j$	$GP_j$

Tab. 4.9 Ergebnistabelle der Berechnungen der Dimension Zeit

### *Dimension Qualität*

Die Produktqualität ist ein wesentliches Kriterium zur Beurteilung der Leistungsdimension Qualität (siehe Kap. 3.3). Eine niedrige Produktqualität kann dazu führen, dass Produkte in der Wertschöpfung nicht weiter verwendet werden können und zum Austausch an das liefernde Unternehmen zurückgeschickt werden müssen. Indirekt führt dies dazu, dass die Dimension Zeit negativ beeinflusst wird, weil es durch die zusätzlichen Lieferzyklen zu zeitlichen Verzögerungen kommen kann. Es ist also anzustreben, dass die Produktqualität so hoch wie möglich liegt (im Idealfall bei 100%).

Die Produktqualität kann dabei durch den in Kap. 3.3 eingeführten Produktqualitätsfaktor gemessen werden. Dieser bezeichnet das Verhältnis von akzeptierten Lieferungen zu der Gesamtzahl von Lieferungen eines Lieferanten. Im Idealfall ist dieser Faktor also 1<sup>27</sup>.

Es gibt nun zwei Möglichkeiten, wie dieser Produktqualitätsfaktor bei der Identifikation von kritischen Knoten eingesetzt werden kann:

- Das beschaffende Unternehmen gibt einen Grenzwert für den Produktqualitätsfaktor vor. Alle Knoten, die diesen Grenzwert unterschreiten, werden als kritische Knoten identifiziert.
- Das beschaffende Unternehmen analysiert das Liefernetz und identifiziert den bzw. die Knoten mit dem niedrigsten Produktqualitätsfaktor als den bzw.

<sup>27</sup> Berücksichtigt sind hierbei bereits entsprechende Toleranzen, da der Wareneingang eines Unternehmens entscheidet, welche Qualitätstoleranzen noch für die eigene Produktion zulässig sind.

die kritischen Knoten. In diesem Fall existiert pro Liefernetz immer mindestens ein kritischer Knoten.

Im ersten Fall sei  $q$  der vom beschaffenden Unternehmen vorgegebene Grenzwert des Produktqualitätsfaktors. Zur Überprüfung eines Knotens wird eine Funktion  $F_q$  angewendet, die folgendermaßen definiert ist:

$$F_q(j) := \begin{cases} 1, & q_j < q \\ 0, & q_j \geq q \end{cases} \quad (4.11)$$

$q_j$  ist dabei der Produktqualitätsfaktor des Knotens  $j$ . Die Menge der kritischen Knoten  $K_q$ , deren Produktqualitätsfaktor kleiner ist, als der vom beschaffenden Unternehmen vorgegebene, ergibt sich bei Anwendung dieser Funktion zu:

$$K_q = \{ j : j \in V \wedge (F_q(j) = 1) \} \quad (4.12)$$

In diesem Fall kann es sein, dass sich  $K_q = \{ \}$  ergibt, also eine leere Menge.

Im zweiten Fall werden alle Knoten als kritisch identifiziert, bei denen der Produktqualitätsfaktor dem Minimum im gesamten Liefernetz entspricht. Das Minimum lässt sich dabei bestimmen durch:

$$q_{\min} = \min \{ q_j : j \in V \} \quad (4.13)$$

Die Menge der kritischen Knoten  $K_q$  ergibt sich dann zu

$$K_q = \{ j : j \in V \wedge q_j = q_{\min} \} \quad (4.14)$$

Die Menge  $K_q$  besteht in diesem Fall aus mindestens einem Element.

Die zur Ermittlung der kritischen Knoten notwendigen Daten - die Produktqualitätsfaktoren der einzelnen Liefernetzknotten und die Kenntnis über die Gesamtstruktur des Liefernetzes - wurden bereits bei den in Kapitel 3.3.1 eingeführten Kriterien zur Evaluation von Liefernetzen erstellt. Darüber hinaus sind bei den oben beschriebenen Berechnungen in der Dimension Qualität keine weiteren Daten notwendig.

### *Dimension Lieferservice*

Mit dem Lieferservicefaktor  $ls$  wurden bei der Evaluation von strategischen Liefernetzen (siehe Kapitel 3.4.1) die beiden Kriterien Mengen- ( $mt$ ) und Termintreue ( $tt$ ) zusammengefasst. Somit ist der Lieferservicefaktor ein Maß dafür, bis zu welchem Grad ein Liefernetzknotten bzw. ein Liefernetz die einmal bestätigten Liefertermine und Liefermengen bisher eingehalten hat. Verzögerungen in der Belieferung bzw. Teillieferun-

gen anstelle von Gesamtlieferungen können einen direkten Einfluss auf die Dimension Zeit des gesamten Liefernetzes haben, insbesondere dann, wenn der betroffene Liefernetz-knoten auch noch ein kritischer Knoten in Bezug auf die Lieferzeit ist.

Analog zu den Ausführungen für die Dimension Qualität stehen auch bei der Betrachtung des Lieferservice zwei mögliche Vorgehensweisen zur Verfügung:

- Ein minimal zulässiger Lieferservicefaktor wird vom fokalen Unternehmen vorgegeben. Alle Liefernetz-knoten, die diesen Grenzwert unterschreiten, werden als kritische Knoten markiert.
- Im Liefernetz wird der minimale Lieferservicefaktor bestimmt. Alle Liefernetz-knoten, deren Lieferservicefaktor diesem minimalen Wert entspricht, werden als kritische Knoten markiert.

Im Falle eines vorgegebenen Grenzwertes  $l_s$  für den Lieferservicefaktor wird eine Funktion  $F_{l_s}$  definiert, die einen Liefernetz-knoten mit folgendem Ansatz als kritischen Knoten identifiziert:

$$F_{l_s}(j) := \begin{cases} 1, & l_{s_j} < l_s \\ 0, & l_{s_j} \geq l_s \end{cases} \quad (4.15)$$

$l_{s_j}$  ist der Lieferservicefaktor des Knotens  $j$ . Die Menge aller kritischen Knoten  $K_{l_s}$ , deren Lieferservicefaktor kleiner ist als der vom beschaffenden Unternehmen vorgegeben, ergibt sich somit zu:

$$K_{l_s} = \{ j : j \in V \wedge F_{l_s}(j) = 1 \} \quad (4.16)$$

In diesem Fall kann es vorkommen, dass es sich bei der Menge  $K_{l_s}$  um eine leere Menge handelt, sofern keiner der Liefernetz-knoten den Grenzwert des Lieferservicefaktors unterschreitet.

Im zweiten Fall wird zunächst aus allen Liefernetz-knoten der minimale Wert des Lieferservicefaktors  $l_{s_{\min}}$  bestimmt. Dieser minimale Wert lässt sich folgendermaßen ermitteln:

$$l_{s_{\min}} = \min \{ l_{s_j} : j \in V \} \quad (4.17)$$

Damit ergibt sich nun die Menge der kritischen Knoten bzgl. des Lieferservicefaktors zu:

$$K_{l_s} = \{ j : j \in V \wedge l_{s_j} = l_{s_{\min}} \} \quad (4.18)$$



In diesem zweiten Fall besteht die Menge  $K_{ls}$  aus mindestens einem Lieferknoten.

Auch hier gilt, wie bei den Betrachtungen zur Dimension Qualität, dass die für die Berechnungen benötigten Daten bereits in Kapitel 3.3.1 ermittelt wurden und darüber hinaus keine weiteren zusätzlichen Daten zur Bestimmung der kritischen Knoten in der Dimension Lieferservice notwendig sind.

#### **4.2.5 Identifikation kritischer Knoten anhand von Mehrfachzugehörigkeit**

Es ist davon auszugehen, dass ein beschaffendes Unternehmen in der Regel mit mehr als nur einem strategischen Liefernetz zusammenarbeitet. Komplexe Endprodukte, wie z. B. ein Auto, entstehen aus der Zusammenführung von vielen, oft ihrerseits komplexen Zwischenprodukten, die ebenso jeweils durch ein eigenes strategisches Liefernetz erstellt werden (siehe Abb. 4.25). Unternehmen, die mehrere Endprodukte produzieren, werden üblicherweise auch mit mehreren strategischen Liefernetzen zusammenarbeiten. Wird der wie in der Einleitung von Kapitel 3 beschriebene Identifikationsprozess zur Formierung dieser strategischen Liefernetze angewendet, so bilden sich diese Liefernetze aus der Menge der dem beschaffenden Unternehmen bereits bekannten Lieferanten, es können aber evtl. auch neue noch nicht bekannte Liefernetzknotten hinzugenommen werden.

Aus diesem Grunde ist es sehr gut möglich, dass ein und derselbe Lieferant als Liefernetzknotten in mehreren strategischen Liefernetzen des beschaffenden Unternehmens fungiert. Dabei kann er sowohl ein Zwischen- oder Vorprodukt in mehreren Liefernetzen bereitstellen, als auch mit unterschiedlichen Zwischen- oder Vorprodukten an unterschiedlichen Liefernetzen beteiligt sein. Deshalb werden solche Knoten, wie sie in der Teildefinition 3 in Kapitel 4.2.3 hergeleitet wurden, als kritisch betrachtet. Im Folgenden soll nun ein Verfahren beschrieben werden, um diese kritischen Knoten anhand von Mehrfachzugehörigkeit zu Liefernetzen zu identifizieren.

Eine Grundvoraussetzung zur Ermittlung der Mehrfachzugehörigkeit eines Lieferanten zu mehreren strategischen Liefernetzen ist die eindeutige Identifikation eines Unternehmens z. B. durch eine Umsatzsteuer-Identifikationsnummer [Wiki2006]. Da viele Prozesse in der Wirtschaftspraxis auf einer solchen eindeutigen Identifikation aufbauen, wird für die weiteren Betrachtungen in diesem Abschnitt die Annahme zugrunde gelegt, dass eine Unternehmens-Identifikationsnummer ( $u$ ) für jeden Liefernetzknotten existiert. Mit Hilfe dieser eindeutigen Nummer kann nun untersucht werden, ob ein Lieferant mehrfach an den strategischen Liefernetzen eines beschaffenden Unternehmens beteiligt ist. Hierzu wird zunächst die Menge aller Liefernetzknotten aus allen strategischen Lie-

fernetzen ermittelt. In einem weiteren Schritt wird dann jedem Liefernetzknoden eine Mehrfachzugehörigkeitskennzahl zugeordnet die besagt, in wie vielen Liefernetzen ein Lieferant vorkommt.

Es sei durch  $G_i = [V_i, E_i]$  ein strategisches Liefernetz definiert. Die Menge aller strategischen Liefernetze, mit denen ein beschaffendes oder fokales Unternehmen zusammenarbeitet, sei gegeben durch:

$$G_g = \{ G_i : \text{für alle Liefernetze } i \} \quad (4.19)$$

Ein Liefernetzknoden  $j$  sei eindeutig durch die Unternehmens-Identifikationsnummer  $u_j$  bezeichnet. Um nun festzustellen, ob ein und derselbe Knoden in mehreren Liefernetzen vorkommt, werden folgende Schritte ausgeführt:

1. Zunächst wird aus allen Liefernetzen  $G_g$  die Menge aller Liefernetzknoden  $L_g$  eindeutig bestimmt. In dieser Menge soll jeder Knoden nur einmal vorkommen.
2. Für jeden Liefernetzknoden  $j$  aus der Menge  $L_g$  wird nun ermittelt, in wie vielen Liefernetzen  $G_i$  dieser Knoden vorkommt. Dabei werden alle Knoden im jeweiligen Liefernetz auf die Übereinstimmung von  $u_j$  hin überprüft. Zur Ermittlung der Mehrfachzugehörigkeitskennzahl  $ng_j$  wird folgender Algorithmus angewandt:

$$\begin{aligned} &\text{Für alle } j \in L_g : \\ &\quad ng_j = 0 \\ &\text{Für alle Liefernetze } G_i[V_i, E_i] \text{ aus } G_g : \\ &\quad \text{Wenn } j \in V_i \text{ dann erhöhe } ng_j \text{ um } 1 \end{aligned} \quad (4.20)$$

Die Mehrfachzugehörigkeitskennzahl ist somit für jeden Knoden mindestens eins, da jeder Knoden mindestens in einem Liefernetz vorkommt.

3. Ein Liefernetzknoden ist im Sinne der Teildefinition 3 in Kapitel 4.2.3 kritisch, wenn die Mehrfachzugehörigkeitskennzahl  $ng_j$  größer als  $ng_{krit}$  ist (in der Regel ist  $ng_{krit} = 1$ , der Liefernetzknoden also in mehr als einem Liefernetz vorkommt). Damit ergibt sich die Menge aller kritischen Knoden  $K_{ng}$ , die in mehr als einem Liefernetz vorkommen zu:

$$K_{ng} = \{ j : j \in L_g \wedge (ng_j > ng_{krit}) \} \quad (4.21)$$

Besondere Aufmerksamkeit soll jenen Liefernetzknoden zukommen, die in allen Liefernetzen vorhanden sind. Dies ist dann gegeben, wenn die Mehrfachzugehörigkeitskennzahl  $ng_j$  gleich der gesamten Anzahl von Liefernetzen ist:

$$K_{ng_{\max}} = \{ j : j \in L_g \wedge ng_j = |G_g| \} \quad (4.22)$$

Mit dem vorgeschlagenen Algorithmus werden auch Situationen erfasst, bei denen ein Knoten im selben Liefernetz mehrmals vorkommt, z. B. auf verschiedenen Ebenen und mit unterschiedlichen Zwischen- oder Vorprodukten.

Es erscheint sinnvoll, die Ergebnisse dieser Berechnungen datentechnisch in einer Liste der Mehrfachzugehörigkeit festzuhalten. Tab. 4.10 zeigt ein Beispiel für eine solche Liste.

Unternehmens- Identifikationsnummer	Mehrfachzuge- hörigkeit	Beteiligt an allen Liefernetzen?
u <sub>1</sub>	ng <sub>1</sub>	
u <sub>2</sub>	ng <sub>2</sub>	X
u <sub>n</sub>	ng <sub>n</sub>	

**Tab. 4.10** Liste der Mehrfachzugehörigkeit

Ein Eintrag in die Spalte „Beteiligt an allen Liefernetzen“ ergibt sich dann, wenn die Mehrfachzugehörigkeit des jeweiligen Liefernetzknosens gleich der Anzahl aller strategischen Liefernetze ist.

#### 4.2.6 Identifikation kritischer Knoten anhand von Monopolen

Bietet ein einziger Anbieter – im vorliegenden Kontext ein Liefernetzknosens im strategischen Liefernetz – ein Gut an, für das es keine direkten Substitute gibt, so handelt es sich um ein Monopol. Dabei können Monopole aus verschiedensten Gründen entstehen, wie z. B. durch:

- ausschließliche Verfügungen über wichtige Ressourcen (z. B. Bodenschätze, Fähigkeiten, Werkzeuge)
- Patente als Schutz des geistigen Eigentums
- exklusive Rechte, gewisse Güter anzubieten (z.B. aufgrund von staatlichen Regulierungen, natürliche Monopole (z. B. Strommarkt))
- Innovationen im Unternehmen (z. B. neue Produkte am Markt)

Normalerweise hat ein Monopolist eine enorme Marktmacht und kann z.B. die Preise seiner Produkte diktieren bzw. über die angebotene Menge kontrollieren. Da es in der Regel auch keinen direkten Ersatz für den als Monopolisten auftretenden Lieferanten gibt, besteht eine entsprechend hohe Abhängigkeit des strategischen Liefernetzes von den Leistungen dieses Unternehmens. Bei der Formierung von strategischen Liefernet-

zen erscheint es deshalb ratsam, so gut es geht auf monopolistische Strukturen zu verzichten. Sollten diese allerdings nicht ganz vermeidbar sein, so muss zumindest bekannt sein, welche Liefernetzknotten im Liefernetz als Monopolisten gelten.

Wie lassen sich nun solche monopolistischen Liefernetzknotten identifizieren? Zunächst wird angenommen, dass nur das direkt mit dem monopolistischen Lieferanten in einer Lieferbeziehung zusammenarbeitende Unternehmen einschätzen kann, ob es sich tatsächlich um ein Monopol handelt. Analog zur Ermittlung des Produktqualitätsfaktors bzw. des Lieferservicefaktors (siehe Kapitel 3.3) wird das beschaffende Unternehmen die Lieferantenbeziehungen seiner direkt verbundenen Lieferanten untersuchen und in einer Tabelle vermerken, falls es sich um ein monopolistisches Unternehmen handelt. Im Kontext dieser Arbeit ist es nicht erheblich, welche Gründe es für die Monopolsituation gibt. Deshalb reicht ein einfaches binäres Kennzeichen. Tab. 4.11 zeigt ein Beispiel für eine solche Tabelle.

Knoten $u_i$		
Knoten	Produkt	Monopol
$u_i$	i	X
$u_n$	n	

**Tab. 4.11** Beispiel für Tabelle mit Monopolkennzeichen

Es ist durchaus denkbar, dass eine monopolistische Situation sich nicht auf den Liefernetzknotten als Ganzes bezieht, sondern durch die jeweilige Beschaffungssituation bedingt ist und sich nur auf eine bestimmte Leistung innerhalb eines bestimmten Liefernetzes bezieht. In solch einem Fall gilt das Monopolkennzeichen nur für die Zugehörigkeit des Lieferanten zu einem bestimmten strategischen Liefernetz. Dem kann datentechnisch dadurch Rechnung getragen werden, dass die Tabelle (siehe Beispiel in Tab. 4.11) für jedes Liefernetz geführt wird.

#### 4.2.7 Identifikation kritischer Knoten anhand eines Kritikalitätsvektors

Den drei Teildefinitionen von kritischen Knoten aus Kapitel 4.2.3 folgend wurden in den vorherigen Abschnitten Vorgehensweisen und Verfahren dargestellt, wie kritische Liefernetzknotten in strategischen Liefernetzen nach unterschiedlichen Dimensionen ermittelt werden können. Damit wird die Beschaffungsfunktion im Unternehmen in die Lage versetzt, kritische Knoten zu erkennen und gegebenenfalls zu behandeln. Im ersten Schritt wird es somit darum gehen, die kritischen Knoten zunächst zu visualisieren. Dabei soll die Beschaffungsfunktion im Unternehmen die Möglichkeit erhalten, verschiedene Kritikalitätssituationen zu definieren und anzuwenden. So kann es z. B. für ein Unternehmen ausreichend sein, nur die Knoten zu identifizieren, deren Produktqualitätsfaktor unter einem bestimmten Schwellwert liegt oder alle jene Knoten, die zeitlich

kritisch sind, also keinen Gesamtpuffer aufweisen. Allerdings ist anzunehmen, dass in der unternehmerischen Praxis in der Regel eine Kombination aus den verschiedenen Dimensionen gefordert wird. Der Auftrag lautet dann z. B: „Ermittle alle Knoten, die zeitkritisch sind und bei denen mit einer Produktausfallrate von 5% (Produktqualitätsfaktor: 0,95) zu rechnen ist“. Um dies abbilden zu können, bietet sich auch hier die Verwendung von Vektoren an, wie sie bereits bei der Evaluierung von Liefernetzen eingeführt wurde (siehe Kapitel 3).

Zu diesem Zweck wird für jeden Liefernetzknoden ein Kritikalitätsvektor folgendermaßen definiert:

$$k = \begin{pmatrix} k_t \\ k_q \\ k_{ls} \\ k_{ng} \\ k_m \end{pmatrix} \quad (4.23)$$

Dabei bedeuten die einzelnen Elemente des Vektors:

- $k_t$ : Kritikalität in der Dimension Zeit
- $k_q$ : Kritikalität in der Dimension Produktqualität
- $k_{ls}$ : Kritikalität in der Dimension Lieferservice
- $k_{ng}$ : Kritikalität in der Dimension Mehrfachzugehörigkeit (Knoten ist in mehr als einem Liefernetz präsent).
- $k_m$ : Kritikalität in der Dimension Monopol

Bei  $k_t$ ,  $k_q$ ,  $k_{ls}$  und  $k_m$  handelt es sich um binäre Elemente, deren Wertebereich sich folgendermaßen ergibt:

- 0 = nicht kritisch
- 1 = kritisch

Mit dem Element  $k_{ng}$  soll nicht nur dargestellt werden, ob der Liefernetzknoden in Bezug auf eine Mehrfachzugehörigkeit an sich kritisch ist, sondern es soll festgehalten werden, in wie vielen Liefernetzen der Liefernetzknoden präsent ist. Deshalb ergibt sich als Wertebereich für das Element  $k_{ng}$ :

- 0 = nicht kritisch (bedeutet: nur in einem Liefernetz)
- n = Anzahl der Liefernetze. Es gilt  $n > 1$ .

Wie bereits in Kapitel 4.2.4 dargelegt, gibt es für die Dimensionen Produktqualität und Lieferservice zwei Vorgehensweisen zur Ermittlung von kritischen Knoten:

- Vorgabe eines Schwellwertes durch das beschaffende Unternehmen und Identifikation aller Liefernetzknotten, die diesen Schwellwert unterschreiten.
- Ermittlung des kleinsten Wertes der entsprechenden Faktoren und Identifikation aller Liefernetzknotten, die diesem Wert entsprechen.

Um nun verschiedene Geschäftsvorgaben bei der Ermittlung von kritischen Knoten berücksichtigen zu können, die insbesondere auf der Kombination von verschiedenen Dimensionen der Kritikalität beruhen, wird ein Vektor für das beschaffende Unternehmen eingeführt, der die Vorgabe liefert, nach welchen Dimensionen und gegebenenfalls mit welchen Schwellwerten kritische Liefernetzknotten gefunden werden sollen. Dieser Vorgabevektor  $kv$  erfüllt damit eine ähnliche Funktion wie der Gewichtungsvektor bei der Evaluierung von Liefernetzen und ist folgendermaßen definiert:

$$kv = \begin{pmatrix} kv_t \\ kv_q \\ kv_{ls} \\ kv_{ng} \\ kv_m \end{pmatrix} \quad (4.24)$$

Dabei haben die einzelnen Elemente des Vektors folgende Bedeutung:

- $kv_t$ : Vorgabewert für die Dimension Zeit (0 = nicht relevant, 1 = anwenden)
- $kv_q$ : Vorgabewert für die Dimension Produktqualität (0 = nicht relevant,  $0 < kv_q < 1$  Schwellwert für Produktqualitätsfaktor, 1 = niedrigsten Wert im Liefernetz als Schwellwert verwenden)
- $kv_{ls}$ : Vorgabewert für die Dimension Lieferservice ((0 = nicht relevant,  $0 < kv_q < 1$  Schwellwert für Lieferservicefaktor, 1 = niedrigsten Wert im Liefernetz als Schwellwert verwenden)
- $kv_{ng}$ : Vorgabewert für die Dimension Mehrfachzugehörigkeit (0 = nicht relevant, 1 = anwenden)
- $kv_m$ : Vorgabewert für die Dimension Monopol (0 = nicht relevant, 1 = anwenden)

Zur weiteren Erläuterung sind in Tab. 4.12 Beispiele für die Umsetzung von Geschäftsvorgaben und die dazugehörigen Vorgabevektoren aufgeführt.

Geschäftsvorgaben	Vorgabevektor
„Ermittle die Knoten, die zeitkritisch sind und bei denen mit einer Produktausfallrate von 5% (Produktqualitätsfaktor: 0,95) zu rechnen ist“	$\begin{pmatrix} 1 \\ 0,95 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$
„Ermittle die Knoten, die zeitkritisch sind und die in mehr als einem Liefernetz vorkommen“	$\begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}$
„Ermittle die Knoten, die zeitkritisch sind, die den niedrigsten Wert beim Lieferservice haben und die Monopole darstellen“	$\begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$

**Tab. 4.12 Beispiele für Vorgabevektoren**

Zur Ermittlung der Kritikalitätsvektoren für die Knoten eines Liefernetzes sind nun folgende Schritte durchzuführen:

1. Festlegen der relevanten Kritikalitätsdimensionen und gegebenenfalls Vorgabe von Schwellwerten durch Bildung eines Vorgabevektors.
2. Unter Anwendung des Vorgabevektors Ermittlung der entsprechenden Mengen an kritischen Knoten für die relevanten Kritikalitätsdimensionen. Hierzu werden die in Kapitel 4.2.4 - 4.2.6 beschriebenen Verfahren angewendet.
3. Aus den Mengen an kritischen Knoten werden die Kritikalitätsvektoren für die einzelnen Liefernetzknotten gebildet.

Mit Hilfe der Kritikalitätsvektoren können nun die kritischen Knoten im Liefernetz visualisiert werden. Mit dieser Vorgehensweise werden auch die Knoten identifiziert, die in mehr als einer Dimension als kritisch ermittelt wurden. Dies kann insbesondere dann hilfreich sein, wenn Handlungsoptionen ausgewählt werden sollen.

### 4.3 Behandlung von kritischen Knoten in strategischen Liefernetzen

Das Versorgungsrisiko in strategischen Liefernetzen lässt sich grob unterteilen in Leistungs- und Verhaltensrisiken (siehe Kapitel 4.1.5). In diesem Sinne lassen sich die mit den kritischen Knoten verbundenen Risiken – so wie sie mit den in den Kapitel 4.2.4 - 4.2.6 beschriebenen Verfahren identifiziert werden - im Wesentlichen der Kategorie der Leistungsrisiken zuordnen. Lediglich bei der Betrachtung von Monopolen und

auch bei der Mehrfachzugehörigkeit eines Knotens können Anteile an den Verhaltensrisiken ausgemacht werden, da bei opportunistischem Verhalten oder fehlendem Vertrauen Nachteile (z. B. erhöhte Preise, längere Lieferzeiten) für das strategische Liefernetz entstehen können.

Die Behandlung von kritischen Knoten und die damit verbundenen Handlungsoptionen sollten sich deshalb daran orientieren, wie das mit den kritischen Knoten einhergehende Versorgungsrisiko bereits bei der Formierung von strategischen Liefernetzen reduziert werden kann. Auch hier können Ansätze zur Vermeidung, Verminderung und Übertragung der Risiken hilfreich sein. Wichtige Aspekte stellen dabei die Transparenz in und die Stabilität von strategischen Liefernetzen dar, wie bereits in Kapitel 4.1.5 herausgearbeitet wurde.

Eine erschöpfende und detaillierte Betrachtung von Handlungsoptionen zur Reduktion des Versorgungsrisikos bei der Formierung von strategischen Liefernetzen würde über den Rahmen dieser Arbeit hinausgehen, da dabei auch strategische und operationale Gesichtspunkte gemeinsam betrachtet werden müssen. Aus diesem Grund sollen in diesem Abschnitt lediglich ein Überblick und einige Denkanstöße gegeben werden, die als Anregungen für weiterführende Untersuchungen dienen können.

### *Transparenz*

Im Hinblick auf die Transparenz gibt es im Wesentlichen zwei Sichtweisen: diejenige des beschaffenden oder fokalen Unternehmens und die der einzelnen Liefernetzknotten. Das fokale Unternehmen erhebt dabei den Anspruch, einen Gesamtüberblick über die Struktur des Liefernetzes zu bekommen. Dazu gehören zum einen die Darstellung aller Liefernetzknotten und deren Verbindungen untereinander, zum anderen die Visualisierung von kritischen Knoten und kritischen Teilnetzen. Beides wird durch die in dieser Arbeit vorgestellten Vorgehensweisen und Verfahren unterstützt.

Aus der Sicht eines Liefernetzknotten erscheint es sinnvoll zu erfahren, an welchen strategischen Liefernetzen und mit welchen Leistungen bzw. Produkten er beteiligt ist. Dies kann sich im einfachsten Fall nur auf die Kenntnis des fokalen Unternehmens beschränken, kann aber auch bis zur Visualisierung der Position des Liefernetzknottes im gesamten Liefernetz reichen. Weiterhin sollte ein Liefernetzknotten unbedingt darüber informiert sein, ob er als kritischer Knoten in einem Liefernetz ermittelt worden ist. Dies hilft dem Liefernetzknotten eigene Handlungen, besonders in Problemsituationen, besser und zielgerichteter zu steuern.



Voraussetzung für eine transparente Sicht im Liefernetz ist eine offene Informationspolitik der beteiligten Unternehmen. Das fokale Unternehmen sollte bereit sein, die Gesamtstruktur von Liefernetzen im Liefernetz selbst zu veröffentlichen und z. B. auch die Kriterien zur Ermittlung von kritischen Knoten bekannt machen. Vom Liefernetzknoden sollte verlangt werden – und dies vor allem dann, wenn er als kritischer Knoten gilt –, dass er über Problemsituationen (z. B. Ressourcenausfall, Qualitätsprobleme) unverzüglich informiert und das fokale Unternehmen in die Lage versetzt, alternative Beschaffungswege zu aktivieren.

#### *Handlungsoptionen in Bezug auf die Leistungsdimensionen*

Die in Kapitel 4.2.4 beschriebenen Berechnungen zur Dimension Zeit liefern den Gesamtzeitpuffer für jeden Liefernetzknoden. Dieser Gesamtzeitpuffer sollte dem Liefernetzknoden auch bekannt sein. Ist der Gesamtpuffer gleich null, so handelt es sich bei dem Knoten sowieso um einen kritischen Knoten. Das fokale Unternehmen sollte von einem solchen kritischen Liefernetzknoden verlangen, dass jede zeitliche Verzögerung bei der Produktion des zu liefernden Gutes unverzüglich gemeldet werden muss, sowohl an alle vorgelagerten Wertschöpfungsstufen, als auch direkt an das fokale Unternehmen. Bei Liefernetzknoden, die über ein Zeitpolster, also einen positiven Gesamtzeitpuffer verfügen, sollte ein Meldewert vereinbart werden. Sobald aufgrund von Verzögerungen der verfügbare Gesamtzeitpuffer unter den Meldewert fällt, sollte zunächst eine Warnmeldung an das fokale Unternehmen gehen. Ist der Gesamtzeitpuffer aufgebraucht, sind auch in diesem Fall zusätzlich noch alle vorgelagerten Wertschöpfungsstufen zu informieren.

Die Dimensionen Qualität und Lieferservice haben indirekt wieder einen Einfluss auf die Dimension Zeit, da es bei fehlerhaften Produkten oder bei der Nichteinhaltung von Lieferzeiten bzw. Mengenvorgaben zu Nachlieferungen und damit zu zeitlichen Verzögerungen kommen kann. Da die verwendeten Kennzahlen (Produktqualitätsfaktor und Lieferservicefaktor) Aufschluss darüber geben, wie gut der jeweils betrachtete Liefernetzknoden bei vergangenen Lieferungen die von ihm erwarteten Leistungen erbracht hat, kann auf Basis dieser Kennzahlen ein zusätzlicher Bestellmengenpuffer eingebaut werden. Dies kann z. B. bedeuten, dass bei einem Liefernetzknoden, der zeitkritisch ist und einen Produktqualitätsfaktor von 0,9 aufweist, der Bedarf, der bei diesem Knoten angefordert wird, um 10% erhöht wird, um sicherzustellen, dass der Originalbedarf des fokalen Unternehmens gedeckt werden kann. Eine andere Handlungsoption könnte der generelle Einbau von Pufferlagern vor solchen kritischen Knoten analog zu der Vorgehensweise bei der engpassorientierten Fertigung bzw. beim OPT-Verfahren sein.

Bei der Dimension Mehrfachzugehörigkeit potenzieren sich eventuelle Probleme eines Liefernetzknodens in mehrere Liefernetze. Hier erscheint der Einsatz von Puffern nicht

ausreichend. Als Handlungsoption sollte vielmehr angedacht werden, alternative Lieferanten in einem Art „stand-by Modus“ bereitzuhalten, so dass der teilweise oder sogar komplette Ausfall solcher Knoten aufgefangen werden kann. Auch kann darüber nachgedacht werden, eine Aufteilung des Bedarfs vorzusehen, der durch diese Knoten gedeckt wird, um die alternativen Knoten nicht nur in einem „stand-by Modus“ zu halten, sondern diese bereits aktiv am Liefernetz zu beteiligen.

Bei der Dimension des Monopols ist es meist nicht möglich alternative Lieferanten zu finden, da gerade ein Kriterium des Monopols die Alleinstellung am Markt ist. Bei monopolistischen Strukturen ist speziell darauf zu achten, dass sich die jeweiligen Lieferanten positiv am Liefernetz beteiligen und nicht durch opportunistisches oder gar Konkurrenz förderndes Verhalten das Liefernetz unterminieren. Diese damit verbundenen Verhaltensrisiken sind oft sehr komplex. Es ist deshalb ratsam, dass das fokale Unternehmen solche Liefernetzknotten und deren Verhalten im operativen Betrieb des Liefernetzes intensiv beobachtet. Aus strategischer Sicht ist es deshalb um so wichtiger, solche Liefernetzknotten überhaupt identifiziert zu haben.

#### 4.4 Fallbeispiel zur Verifikation der vorgeschlagenen Verfahren

Die in Kapitel 3 und Kapitel 4 vorgeschlagenen Verfahren sollen nun mit Hilfe eines Fallbeispiels verifiziert werden. Dieses Fallbeispiel orientiert sich an den in Abb. 3.1 dargestellten Ergebnissen eines Identifikationsprozesses. Somit wird davon ausgegangen, dass es zwei strategische Netzwerke (Liefernetz 1 und Liefernetz 2) gibt, die in der Lage sind, den Bedarf für ein Produkt zu decken (siehe Abb. 4.29).

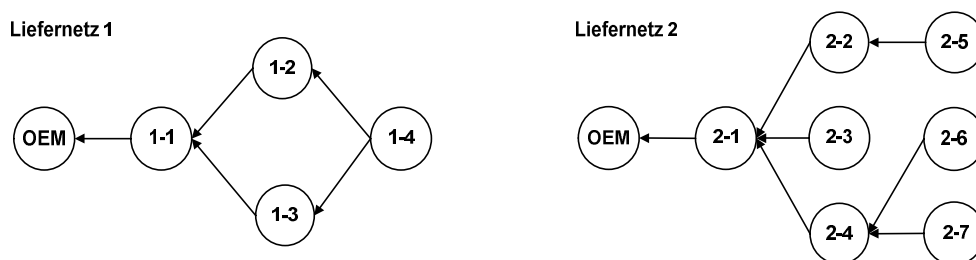


Abb. 4.29 Zwei Liefernetze als Grundlage für das Fallbeispiel

Diese beiden Netzwerke unterscheiden sich sowohl in der Anzahl der beteiligten Knoten, als auch in ihrer Struktur. So weist Knoten 1-4 in Liefernetz 1 die Besonderheit auf, mit zwei Nachfolgern verbunden zu sein. Die restlichen Knoten in Liefernetz 1 und alle Knoten in Liefernetz 2 haben jeweils nur einen Nachfolger.

Das Fallbeispiel soll dazu dienen, sowohl das vorgeschlagene Verfahren zur Evaluierung von strategischen Liefernetzen als auch das Verfahren zur Ermittlung von kritischen Knoten zu überprüfen. Deshalb umfasst die Verifikation folgende Schritte:

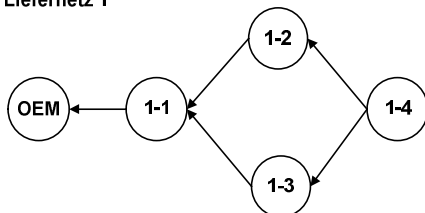
- Schritt 1: Darstellung der Ausgangssituation, Festlegung der zugrunde gelegten Daten
- Schritt 2: Bildung der einzelnen Evaluierungsvektoren für die Knoten und Kanten des jeweiligen Liefernetzes
- Schritt 3: Bildung der Gesamtevaluierungsvektoren für die jeweiligen Liefernetze
- Schritt 4: Definition des Gewichtungsvektors und Generierung der Rangliste (Simulation von verschiedenen Gewichtungsvektoren und Beschreibung der dadurch generierten Ranglisten)
- Schritt 5: Ermittlung und Visualisierung der kritischen Knoten in den verschiedenen Leistungsdimensionen

Im Schritt 1 wird zunächst die Ausgangssituation und die Erfassung der benötigten Daten beschrieben.

*Schritt 1: Ausgangssituation und zugrunde gelegte Daten*

Dem Fallbeispiel liegt die Annahme zugrunde, dass die einzelnen Knoten in der Lage sind, die in Abb. 4.30 und Abb. 4.31 aufgeführten Daten bereitzustellen.

Liefernetz 1



**Legende**

- $t_{\text{prod}}$  ... Produktionszeit
- $t_{\text{besch}}$  ... Beschaffungszeit
- $c_{\text{prod}}$  ... Produktionskosten
- $c_{\text{besch}}$  ... Beschaffungskosten
- $q$  ... Produktqualitätsfaktor
- $ls$  ... Lieferservice
- $a$  ... Ausdehnung

Daten in Knoten 1-1							
Knoten	$c_{\text{prod}}$	$c_{\text{besch}}$	$t_{\text{prod}}$	$t_{\text{besch}}$	$q$	$ls$	$a$
1-1	800		11				
1-2		1260		21	0,9	0,92	1
1-3		1300		22	0,93	0,94	1

Daten in Knoten 1-2							
Knoten	$c_{\text{prod}}$	$c_{\text{besch}}$	$t_{\text{prod}}$	$t_{\text{besch}}$	$q$	$ls$	$a$
1-2	650		6				
1-4		570		13	0,93	0,95	1

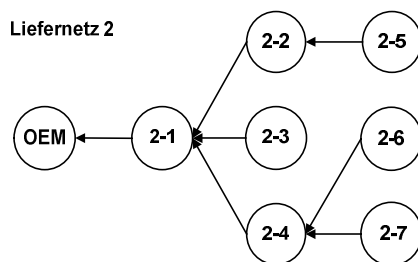
Daten in Knoten 1-3							
Knoten	$c_{\text{prod}}$	$c_{\text{besch}}$	$t_{\text{prod}}$	$t_{\text{besch}}$	$q$	$ls$	$a$
1-3	700		7				
1-4		550		12	0,92	0,96	1

Daten in Knoten 1-4							
Knoten	$c_{\text{prod}}$	$c_{\text{besch}}$	$t_{\text{prod}}$	$t_{\text{besch}}$	$q$	$ls$	$a$
1-4	500		7				

Daten in Knoten OEM							
Knoten	$c_{\text{prod}}$	$c_{\text{besch}}$	$t_{\text{prod}}$	$t_{\text{besch}}$	$q$	$ls$	$a$
1-1					0,95	0,95	1

**Abb. 4.30 Beispiel für Ausgangsdaten von Liefernetz 1**

Jeder Knoten führt eine Datentabelle, in welcher die entsprechenden Leistungsparameter abgelegt sind. Dies betrifft sowohl Informationen zu den erbrachten Eigenleistungen des jeweiligen Knotens, als auch Daten zu den Leistungen der Vorgängerknoten. So ist z. B. Knoten 1-4 im Liefernetz 1 ein Anfangsknoten im Liefernetz und hat somit keine Vorgänger. Deshalb enthält die Datentabelle für Knoten 1-4 in Abb. 4.30 nur Daten (Herstellungskosten und Herstellungszeit) für die im Liefernetz zu erbringende Eigenleistung, während die Datentabelle für Knoten 1-1 darüber hinaus noch die Daten für die Vorgängerknoten 1-2 und 1-3 enthält (siehe hierzu auch detaillierte Erläuterungen im Kapitel 3.3).



**Legende**

- $t_{\text{prod}}$  ... Produktionszeit
- $t_{\text{besch}}$  ... Beschaffungszeit
- $c_{\text{prod}}$  ... Produktionskosten
- $c_{\text{besch}}$  ... Beschaffungskosten
- $q$  ... Produktqualitätsfaktor
- $ls$  ... Lieferservice
- $a$  ... Ausdehnung

Daten in Knoten 2-1							
Knoten	$c_{\text{prod}}$	$c_{\text{besch}}$	$t_{\text{prod}}$	$t_{\text{besch}}$	$q$	$ls$	$a$
2-1	895		13				
2-2		675		14	0,94	0,92	1
2-3		510		10	0,93	0,93	1
2-4		830		17	0,92	0,94	1

Daten in Knoten 2-2							
Knoten	$c_{\text{prod}}$	$c_{\text{besch}}$	$t_{\text{prod}}$	$t_{\text{besch}}$	$q$	$ls$	$a$
2-2	440		6				
2-5		205		6	0,91	0,88	0,5

Daten in Knoten 2-3							
Knoten	$c_{\text{prod}}$	$c_{\text{besch}}$	$t_{\text{prod}}$	$t_{\text{besch}}$	$q$	$ls$	$a$
2-3	490		8				

Daten in Knoten 2-4							
Knoten	$c_{\text{prod}}$	$c_{\text{besch}}$	$t_{\text{prod}}$	$t_{\text{besch}}$	$q$	$ls$	$a$
2-4	500		9				
2-6		200		5	0,93	0,97	1
2-7		115		4	0,97	0,94	1

Daten in Knoten 2-5							
Knoten	$c_{\text{prod}}$	$c_{\text{besch}}$	$t_{\text{prod}}$	$t_{\text{besch}}$	$q$	$ls$	$a$
2-5	190		3				

Daten in Knoten 2-6							
Knoten	$c_{\text{prod}}$	$c_{\text{besch}}$	$t_{\text{prod}}$	$t_{\text{besch}}$	$q$	$ls$	$a$
2-6	180		3				

Daten in Knoten 2-7							
Knoten	$c_{\text{prod}}$	$c_{\text{besch}}$	$t_{\text{prod}}$	$t_{\text{besch}}$	$q$	$ls$	$a$
2-7	100		2				

Daten in Knoten OEM							
Knoten	$c_{\text{prod}}$	$c_{\text{besch}}$	$t_{\text{prod}}$	$t_{\text{besch}}$	$q$	$ls$	$a$
2-1					0,96	0,95	1

**Abb. 4.31 Beispiel für Ausgangsdaten von Liefernetz 2**

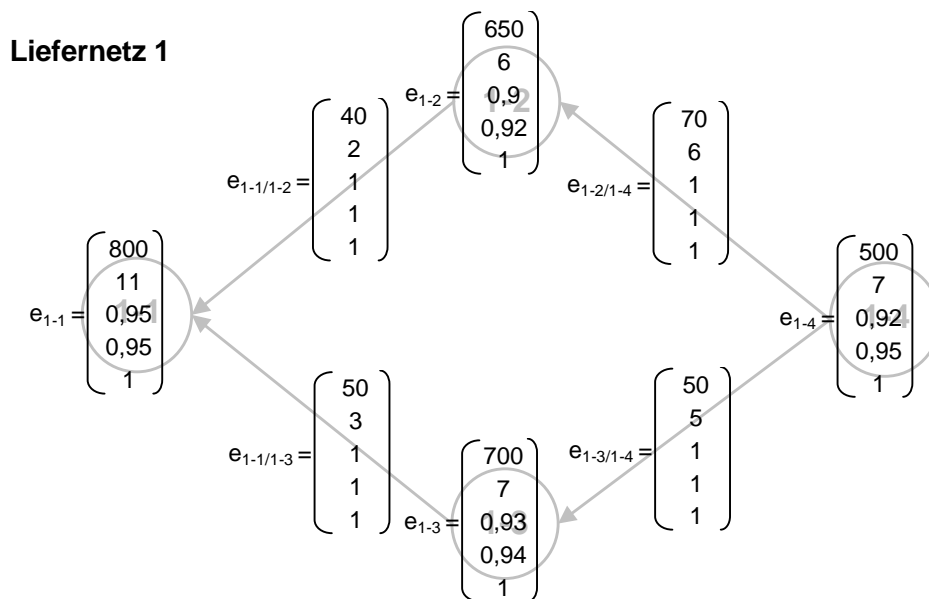
Zur Ermittlung der Leistungsdaten von Knoten 1-1 im Liefernetz 1 bzw. Knoten 2-1 im Liefernetz 2 wird die Datentabelle im Knoten OEM in Abb. 4.30 bzw. Abb. 4.31 nur auszugsweise wiedergegeben. Zur weiteren Beschreibung des Fallbeispiels wird aus Gründen der übersichtlichen Darstellung davon ausgegangen, dass die Verbindung vom Liefernetz zum OEM in beiden Fällen dieselben Parameter aufweist und deshalb zunächst unberücksichtigt bleiben kann. Auf etwaige Auswirkungen von unterschiedlichen Verbindungen wird am Ende des Fallbeispiels eingegangen.

Im nächsten Schritt werden nun aus den einzelnen Datentabellen die Evaluierungsvektoren für die Knoten und Kanten in den jeweiligen Liefernetzen gebildet.

*Schritt 2: Erzeugung der Evaluierungsvektoren*

Die Beschreibung der Ausgangsdaten beruht auf der Annahme, dass ein Knoten in der Praxis nur Informationen zu seinen direkt verbundenen Knoten sammeln kann. Deshalb finden sich in den Datentabellen auch Werte für die Beschaffungszeit und die Beschaffungskosten. Je nach Position des Knotens im Netzwerk sind diese Werte bereits kumulierte Daten aus Vorgängerteilnetzen. So beinhaltet z. B. die Datentabelle von Knoten 2-1 in Abb. 4.31 Beschaffungskosten und -zeiten für die Knoten 2-2, 2-3 und 2-4. Die Werte von Knoten 2-4 wiederum ergeben sich aus dem Teilnetz, das von den Knoten 2-4, 2-6 und 2-7 gebildet wird.

Um die entsprechenden Elemente der Evaluierungsvektoren für die einzelnen Knoten und Kanten zu erzeugen, müssen diese kumulierten Werte in ihre einzelnen Bestandteile aufgelöst werden. Hierzu wird bei den Anfangsknoten begonnen und das Netzwerk sukzessive bis zum Endknoten durchgerechnet. Die weiteren Leistungsparameter ( $q$ ,  $l_s$  und  $a$ ) können direkt aus den entsprechenden Datentabellen übernommen werden.



**Abb. 4.32** Evaluierungsvektoren für Liefernetz 1

Beim Knoten 1-4 im Liefernetz 1 ergibt sich eine Besonderheit, da dieser Knoten zwei Nachfolgeknoten hat. Somit liegen auch, wie in Abb. 4.30 ersichtlich, zwei unterschiedliche Beurteilungen (von Knoten 1-2 und Knoten 1-3) für die Leistungsparameter  $q$ ,  $l_s$  und  $a$  vor. Die Elemente des Evaluierungsvektors für den Knoten 1-4 ergeben sich deshalb aus dem Minimum der jeweiligen Datenelemente.

## Liefernetz 2

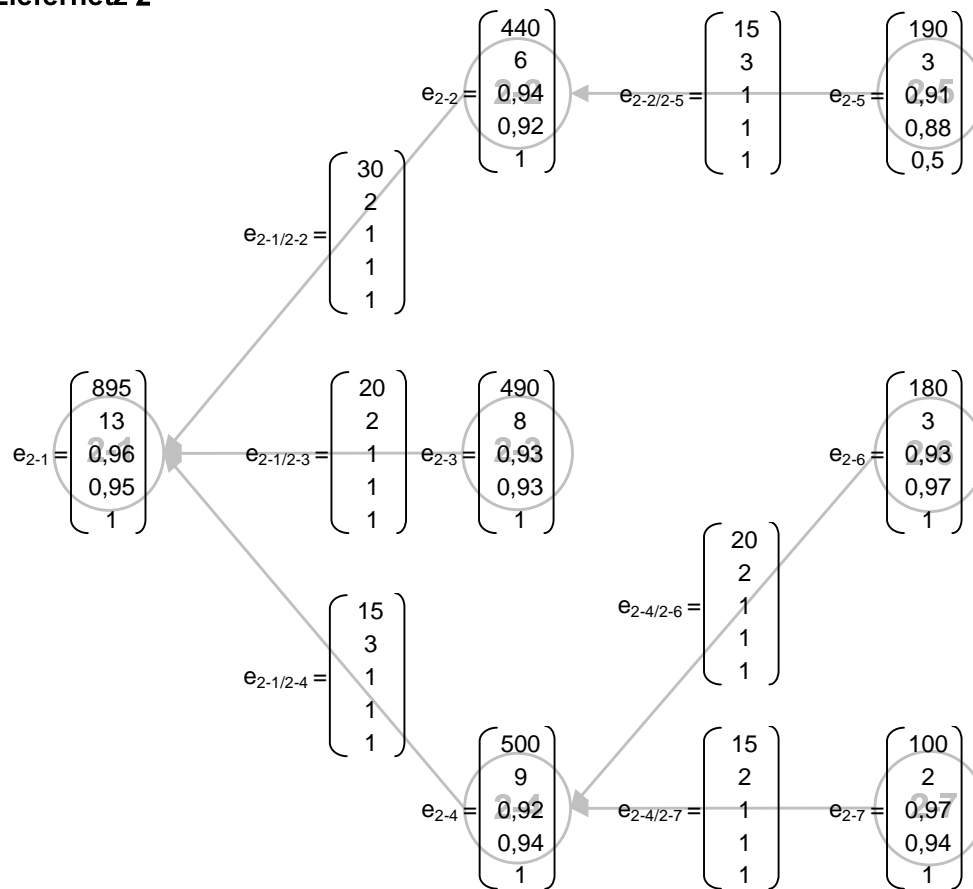


Abb. 4.33 Evaluierungsvektoren für Liefernetz 2

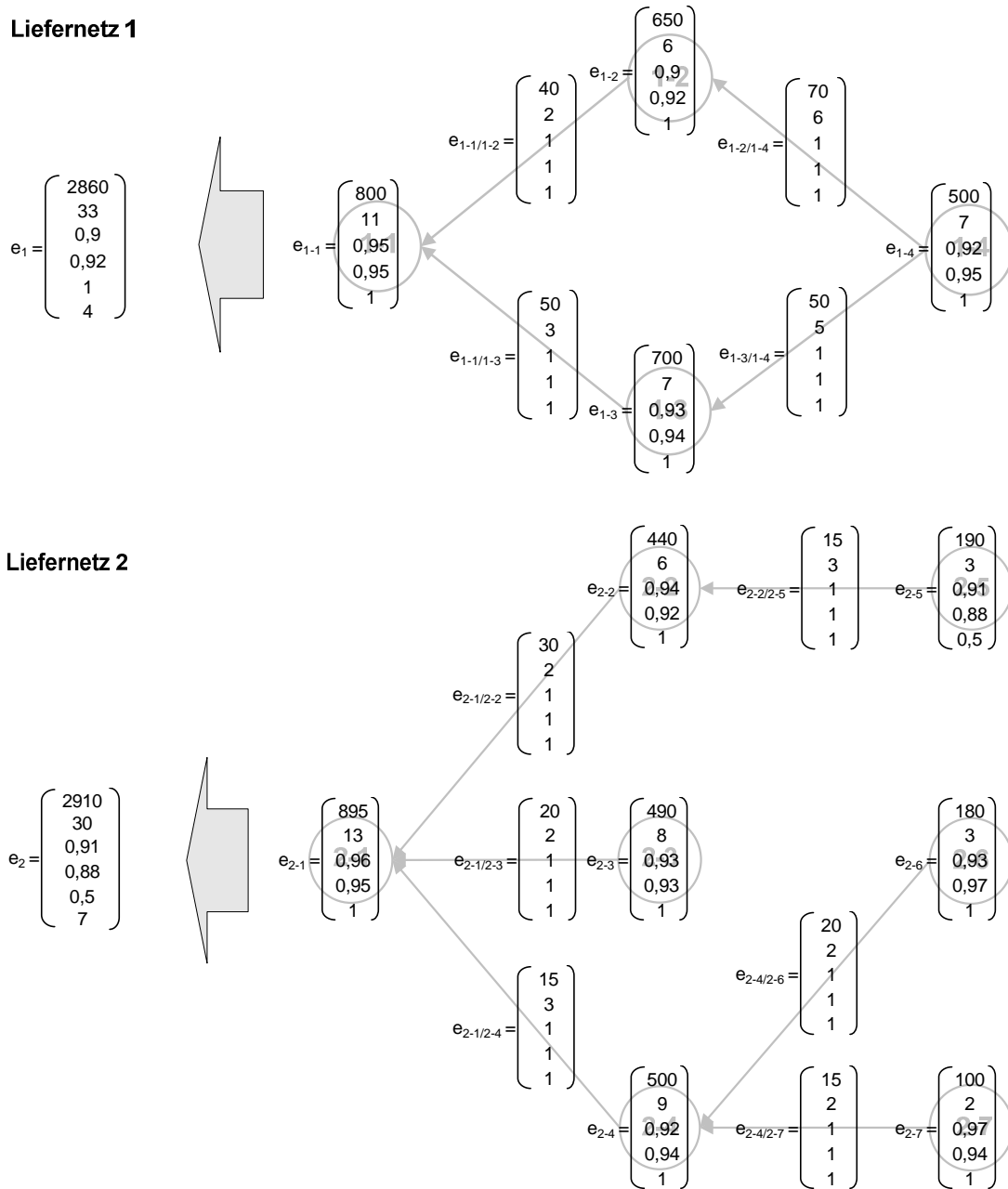
Aus den Evaluierungsvektoren für die einzelnen Knoten und Kanten werden im nächsten Schritt nun die Gesamtevaluierungsvektoren für die Liefernetze erzeugt.

### Schritt 3: Erzeugung der Gesamtevaluierungsvektoren

Auf Basis der in Kapitel 3.4.1 hergeleiteten Formeln (3.17) bis (3.22) lassen sich die Elemente des Gesamtevaluierungsvektors für ein Liefernetz bestimmen. Die Beschaffungskosten ergeben sich dabei aus der Aufsummierung der Beschaffungskostenelemente der Knoten und Kanten, während die Beschaffungszeit sich aus dem längsten Weg im Liefernetz ergibt. Die Leistungsparameter Produktqualität und Lieferservice werden durch den niedrigsten Wert aus allen Knoten bestimmt, die Ausdehnung ist international, sobald ein Knoten im Netzwerk als international gekennzeichnet ist. In Abb. 4.34 sind die Gesamtevaluierungsvektoren für die Liefernetze des Fallbeispiels dargestellt.

Die Elemente der Gesamtevaluierungsvektoren haben unterschiedliche Dimensionen. Beschaffungskosten, –zeiten und Liefernetzgröße (Anzahl der Knoten im Liefernetz)

sind absolute Werte, während Produktqualität, Lieferservice und Ausdehnung durch relative Faktoren dargestellt werden.



**Abb. 4.34 Gesamtevaluierungsvektoren für die Liefernetze**

Damit die Gesamtevaluierungsvektoren im nächsten Schritt in einem linearen Gewichtsverfahren eingesetzt werden können, werden die absoluten Faktoren zunächst in relative Faktoren umgewandelt. Hierzu werden die in Kapitel 3.4.3 hergeleiteten Formeln (3.26) für den Beschaffungskostenfaktor, (3.29) für den Beschaffungszeitfaktor und (3.32) für die Einführung eines Liefernetzgrößenfaktors angewendet.

In Abb. 4.35 sind die Ergebnisse dieser Anpassung für das Fallbeispiel dargestellt.

### Liefernetz 1

$$e_1 = \begin{pmatrix} 2860 \\ 33 \\ 0,9 \\ 0,92 \\ 1 \\ 4 \end{pmatrix}$$



$$e_1' = \begin{pmatrix} 1 \\ 0,90909 \\ 0,9 \\ 0,92 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

### Liefernetz 2

$$e_2 = \begin{pmatrix} 2910 \\ 30 \\ 0,91 \\ 0,88 \\ 0,5 \\ 7 \end{pmatrix}$$



$$e_2' = \begin{pmatrix} 0,98282 \\ 1 \\ 0,91 \\ 0,88 \\ 0,5 \\ 0,57143 \end{pmatrix}$$

Abb. 4.35 Gesamtevaluierungsvektoren mit relativen Elementen

#### Schritt 4: Definition des Gewichtungsvektors und Erzeugung der Rangliste

Der Gewichtungsvektor legt fest, welche Prioritäten die einzelnen Kriterien bei der Evaluierung und Berechnung der Rangliste haben sollen.

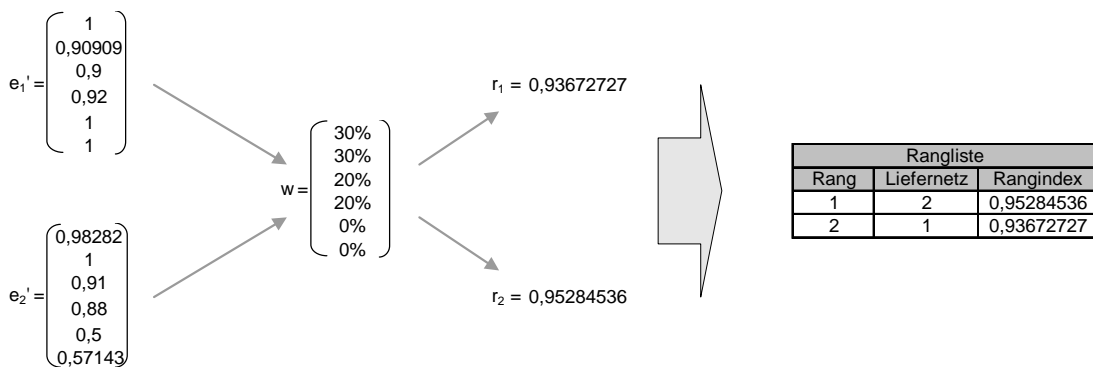


Abb. 4.36 Beispiel 1 für Gewichtungsvektor und Rangliste

In Abb. 4.36 ist die Anwendung des linearen Gewichtungsverfahrens visualisiert. Im dargestellten Beispiel werden die Kriterien Beschaffungskosten und Beschaffungszeit (je 30%) am höchsten gewichtet, darauf folgen die Produktqualität und der Lieferservice (je 20%). Keine Beachtung bei der Evaluierung finden in diesem Beispiel die Ausdehnung und die Liefernetzgröße. Mit Hilfe der in Kapitel 3.4.3 hergeleiteten Formel (3.34) wird unter Anwendung des Gewichtungsvektors auf die relativen Gesamtgewichtungsvektoren der beiden Liefernetze jeweils ein Rangindex ermittelt und daraus die Rangliste erstellt (je höher der Rangindex, desto höher der Rang des Liefernetzes). Das Liefer-



netz 2 erreicht dabei einen höheren Rangindex als das Liefernetz 1 und steht damit auf der Rangliste an Rang 1.

Eine andere Reihenfolge ergibt sich, wenn die Kriterien Ausdehnung und Liefernetzgröße berücksichtigt werden. Im Beispiel in Abb. 4.37 wird die Gewichtung der Kriterien Beschaffungskosten und Beschaffungszeit auf je 25% reduziert und die Kriterien Ausdehnung und Liefernetzgröße werden mit jeweils 5% berücksichtigt. Die Gewichtung der Produktqualität und des Lieferservices bleibt bei je 20% gleich.

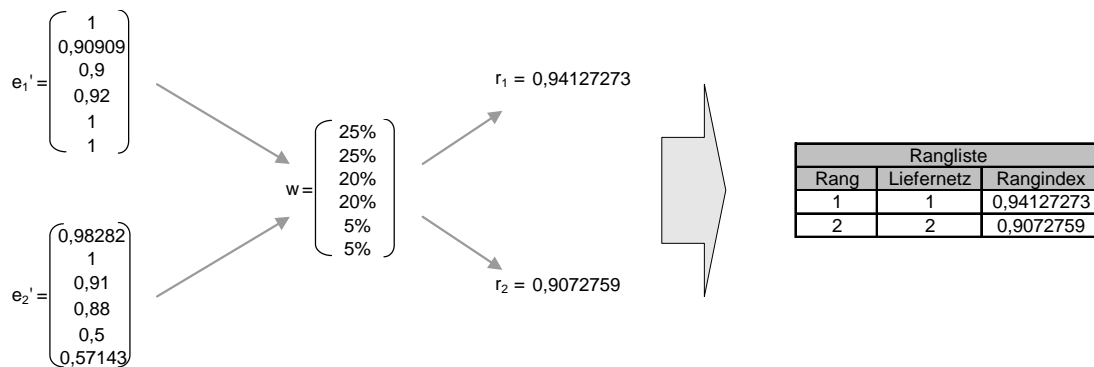


Abb. 4.37 Beispiel 2 für Gewichtungsvektor und Rangliste

Als Ergebnis ergibt sich nun ein ganz anderes Bild. Da Liefernetz 2 knapp doppelt so viele Knoten umfasst wie Liefernetz 1 ist bereits bei der doch relativ geringen Gewichtung von 5% ein entsprechender Einfluss zu ermitteln. Darüber hinaus wird im Beispiel 2 auch der Ausdehnung des Netzwerkes (national oder international) eine Beachtung geschenkt (5 % Gewichtung). Der Einfluss des Kriteriums Ausdehnung auf die Erstellung kann darüber hinaus dadurch gesteuert werden, welche numerischen Werte den Ausprägungen zugeschrieben werden (in diesem Fallbeispiel hat national den Wert 1 und international den Wert 0,5). Damit kann ein bewertendes Unternehmen festlegen, wie wichtig z. B. die nationale Beschaffung gegenüber der internationalen Beschaffung ist.

Mit den Veränderungen der Elemente des Gewichtungsvektors kann das evaluierende Unternehmen nun verschiedene Priorisierungskonstellationen simulieren und die entsprechenden Auswirkungen auf die Rangliste analysieren.

Mit Hilfe der Rangliste wird das beschaffende Unternehmen nun in die Lage versetzt, ein geeignetes Liefernetz zu selektieren. Diese Auswahlentscheidung wird noch dadurch unterstützt, dass kritische Knoten im Liefernetz ermittelt und visualisiert werden. Im nächsten Schritt werden die entsprechenden Ergebnisse für dieses Fallbeispiel beschrieben und visualisiert.

### Schritt 5: Ermittlung der kritischen Knoten

Ausgangspunkt für die Betrachtung von kritischen Knoten ist die Definition eines Vorgabevektors wie sie in Kapitel 4.2.7 und Formel (4.24) beschrieben ist. In Abb. 4.38 ist ein Beispiel für die Ermittlung von kritischen Knoten auf Basis eines Vorgabevektors dargestellt.

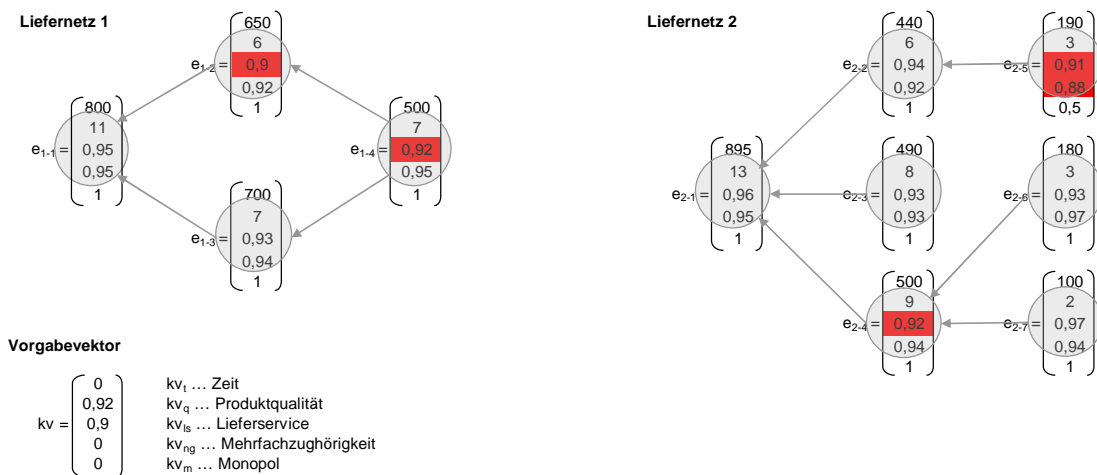


Abb. 4.38 Beispiel 1 für die Ermittlung und Visualisierung kritischer Knoten

Im Beispiel wird für die Produktqualität und den Lieferservice ein Schwellwert vorgegeben. Die Aufgabe lautet somit: „Ermittle alle kritischen Knoten bei denen der Produktqualitätsfaktor kleiner/gleich 0,92 oder der Lieferservicefaktor kleiner/gleich 0,9 ist“. Das Ergebnis der Ermittlung sind die in Kapitel 4.2.7 beschriebenen Kritikalitätsvektoren, deren Elemente in Abb. 4.38 farblich hervorgehoben sind. Dabei kann es vorkommen, dass ein Knoten mehrere kritische Kriterien erfüllt, wie z. B. Knoten 2-5 in Liefernetz 2 (sowohl kritisch im Hinblick auf die Produktqualität, als auch auf den Lieferservice).

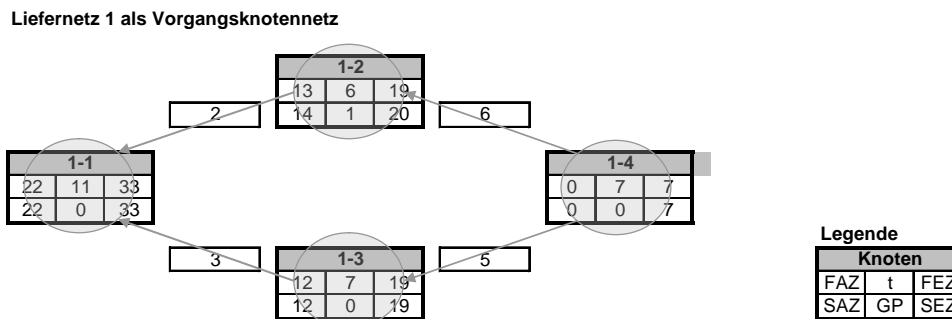


Abb. 4.39 Ermittlung des kritischen Teilnetzes der Zeit für Liefernetz 1

Das kritische Teilnetz in Bezug auf das Kriterium der Zeit lässt sich analog zur Netzplantechnik, wie in Kapitel 4.2.4 beschrieben und in Abb. 4.39 sowie Abb. 4.40 für die-

ses Fallbeispiel dargestellt, ermitteln. Die Knoten, bei denen sich  $GP = 0$  (Gesamtpuffer) ergibt, bilden das kritische Teilnetz der Zeit. Um diese Knoten zu visualisieren, muss im Vorgabevektor das entsprechende Element auf 1 gesetzt werden.

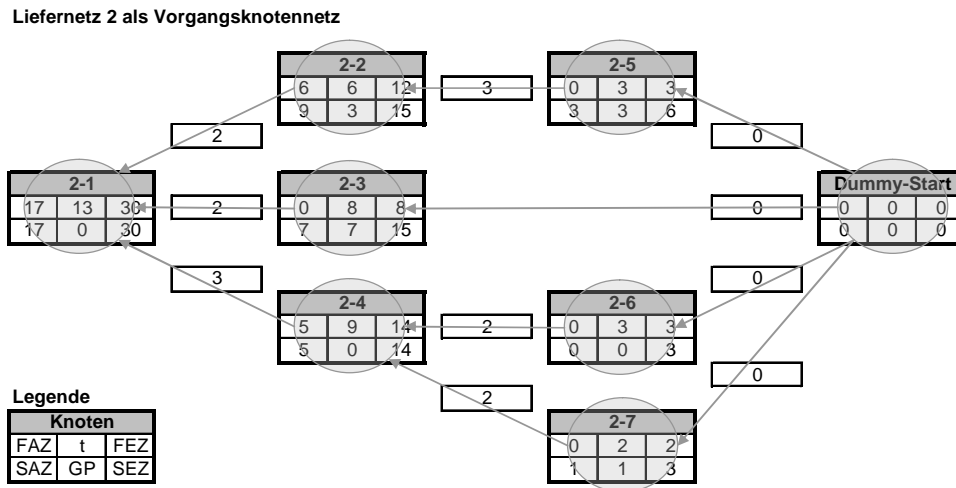


Abb. 4.40 Ermittlung des kritischen Teilnetzes der Zeit für Liefernetz 2

Ein Beispiel für die Berücksichtigung des Kriteriums Zeit bei der Ermittlung und Visualisierung der kritischen Knoten zeigt Abb. 4.41.

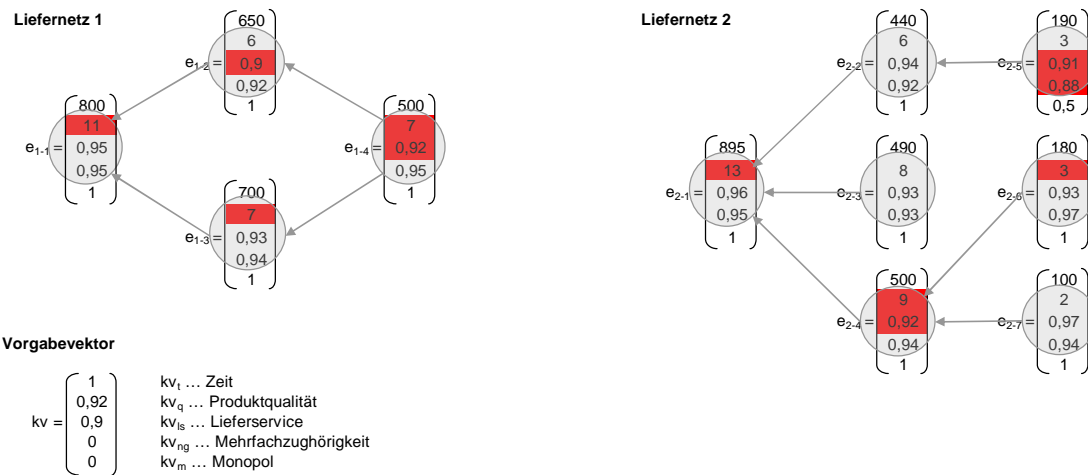


Abb. 4.41 Beispiel 2 für die Ermittlung und Visualisierung kritischer Knoten

Das kritische Teilnetz der Zeit im Liefernetz 1 wird gebildet durch die Knoten 1-1, 1-3 und 1-4, im Liefernetz 2 durch die Knoten 2-1, 2-4 und 2-6.

Das in diesem Kapitel beschriebene Fallbeispiel beschränkt sich bei der Ermittlung der kritischen Knoten auf die Betrachtung der Leistungsdimensionen Zeit, Produktqualität und Lieferservice. Zur Berücksichtigung des Kriteriums Monopol müssten die Datentabellen im Fallbeispiel um eine Spalte erweitert werden, in der eine Monopolsituation

festzuhalten ist, die dann bei der Ermittlung der kritischen Knoten einfach ausgewertet wird. Zur Berücksichtigung des Kriteriums Mehrfachzugehörigkeit müsste zu jedem Knoten noch die eindeutige Unternehmens-ID in die Datentabellen eingepflegt werden, die dann entsprechend dem in Kapitel 4.2.5 dargestellten Verfahren ausgewertet wird.

Das Fallbeispiel ging zunächst aus Gründen der übersichtlichen Darstellung davon aus, dass die Leistungsparameter der Verbindungen zwischen den Endknoten im Liefernetz (Knoten 1-1 im Liefernetz 1 und Knoten 2-1 im Liefernetz 2) und dem Knoten OEM identisch sind. Selbstverständlich können auch unterschiedliche Leistungsparameter in den Verfahren verarbeitet werden. Dazu wird bei der Bildung der Gesamtevaluierungsvektoren die zusätzliche Kante zwischen Endknoten und OEM entsprechend berücksichtigt.

## 5 Gestaltungsempfehlungen für ein unterstützendes IT-System

Im bisherigen Verlauf der Arbeit wurden die Evaluierung von strategischen Liefernetzen und die Identifikation und Behandlung von kritischen Knoten in diesen Liefernetzen in separaten Kapiteln behandelt. Dies suggeriert eine Art sequentielle Vorgehensweise, wobei zunächst die Evaluierung und Auswahl abgeschlossen sein sollte, bevor mit der Betrachtung von kritischen Aspekten (Knoten bzw. Teilnetze) in dem oder den ausgewählten Liefernetzen begonnen werden kann. In einer möglichen praktischen Anwendung erscheint es allerdings sinnvoll, dem beschaffenden Unternehmen und seinen mit der Beschaffung beauftragten Organisationseinheiten bereits nach der Evaluierung die kritischen Knoten und kritischen Teilnetze transparent zu machen. Damit hat der Beschaffer die Möglichkeit, die strategischen Liefernetze aus der Rangliste mit den dazugehörigen kritischen Bereichen zu visualisieren und diese kritischen Knoten und Teilnetze bereits bei der Auswahl des geeigneten Liefernetzes zu berücksichtigen. Der Entwurf eines unterstützenden IT-Systems sollte dies widerspiegeln.

Strategische Liefernetze können komplexe Gebilde sein mit einer großen Anzahl von Knoten, die über mehrere Ebenen des Netzwerkes angeordnet sind. In dieser Arbeit wurde bereits bei der Herleitung der Evaluierungskriterien und bei der Einführung der Dimensionen zur Identifikation von kritischen Knoten besonderer Wert darauf gelegt, dass die Ermittlung dieser Kriterien und die Methoden und Verfahren, die diese verarbeiten, automatisch ablaufen können. Auf dieser Grundlage lässt sich eine Gestaltungsempfehlung für ein entsprechendes IT-System erarbeiten.

Der im Folgenden vorgestellte Vorschlag für die Gestaltung eines IT-Systems hat zum Ziel, eine Anwendung auf fachkonzeptioneller Ebene zu beschreiben, wobei das Konzept der Fachkomponenten Anwendung findet. Ein solches Komponentenmodell kann dann als Grundlage dienen, bestehende ERP- oder SRM-Systeme zu erweitern, oder eigenständige Software unter dem Dach eines Supplier Network Management Ansatzes zu entwickeln.

Die Erstellung eines Komponentenmodells setzt sowohl ein Informations- oder Datenmodell als auch die Darstellung der diese Daten bearbeitenden Funktionen voraus. Deshalb soll zunächst das in Kapitel 3.5 hergeleitete Datenmodell für die Evaluierung und Auswahl von strategischen Liefernetzen um die Erkenntnisse aus den Betrachtungen zu kritischen Knoten ergänzt und daraus ein Gesamtdatenmodell entwickelt werden. Im nächsten Schritt werden dann alle die Datenelemente bearbeitenden Funktionen zusammengetragen und in einem Funktionsdekompositionsdiagramm dargestellt. Damit ist die Grundlage gegeben für die Identifikation von Komponenten und die Erstellung

eines Komponentenmodells. Bei dieser Vorgehensweise wird auf bereits vorhandene Forschungsergebnisse in diesem Bereich aufgebaut, auf die an entsprechender Stelle verwiesen wird.

## 5.1 Semantisches Datenmodell für die Evaluierung und Auswahl von strategischen Liefernetzen

Als Ergänzungen zum semantischen Datenmodell aus Kapitel 3.5 müssen die maßgeblichen Datenelemente für die Identifikation von kritischen Knoten aufgenommen werden.

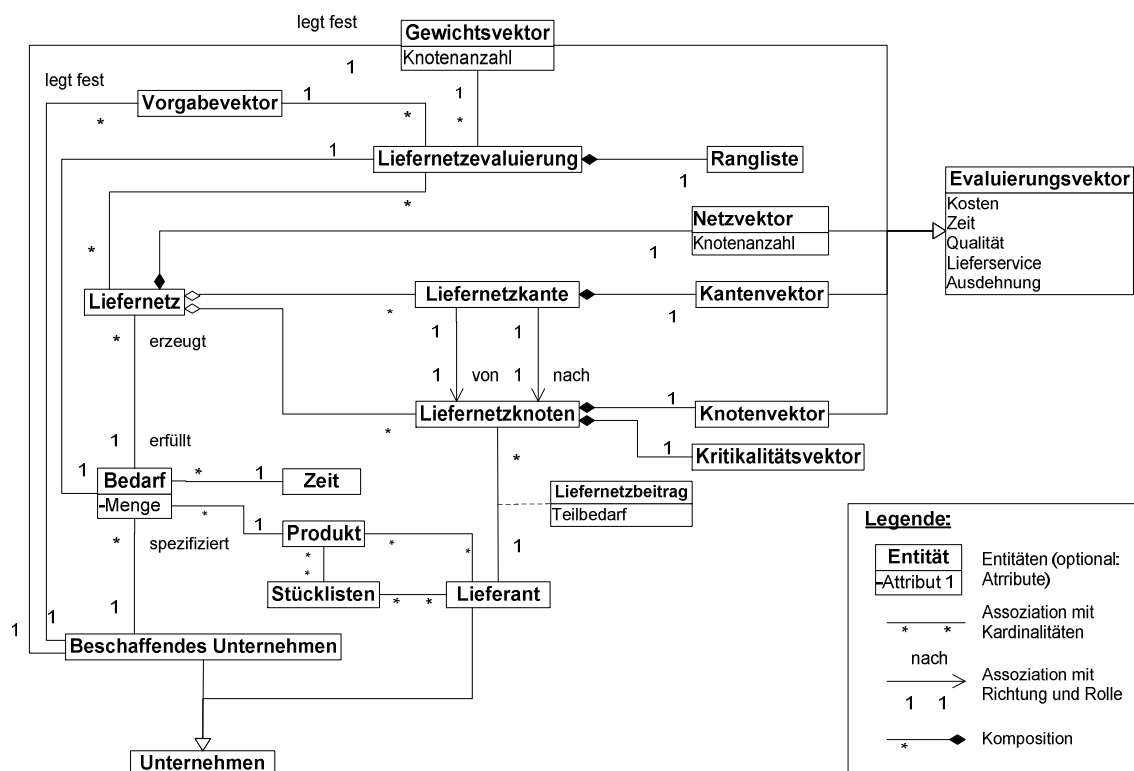


Abb. 5.1 Semantisches Datenmodell zur Evaluierung unter Berücksichtigung der Kritikalität

Wie in Abb. 5.1 dargestellt sind dies der Vorgabevektor und der Kritikalitätsvektor. Mit dem Vorgabevektor legt das beschaffende Unternehmen fest, welche Kriterien zur Identifikation von kritischen Knoten und kritischen Teilnetzen während einer Liefernetzevaluierung herangezogen werden sollen und gibt gegebenenfalls auch entsprechende Schwellwerte vor. Das beschaffende Unternehmen geht dabei von Geschäftsvorgaben aus und leitet daraus die Elemente des Vorgabevektors ab (siehe Kapitel 4.2).

Die Verfahren zur Identifikation von kritischen Knoten erzeugen für jeden Liefernetzknote einen Kritikalitätsvektor, dessen Elemente widerspiegeln, inwieweit der Knoten in einen oder auch mehreren Kriterien als kritisch zu betrachten ist. Die Visualisierungs-

funktion in einem möglichen Anwendungssystem kann diesen Kritikalitätsvektor dann entsprechend auswerten.

## 5.2 Funktionsmodell für die Evaluierung und Auswahl von strategischen Liefernetzen

Bereits bei den Ausführungen zur Identifikation von strategischen Liefernetzen in Kapitel 2.3 wurde ein Funktionsdekompositionsdiagramm vorgestellt, das die Funktionen beschreibt, die zur Modellierung von strategischen Liefernetzen benötigt werden (siehe Abb. 2.13). Der die Evaluierung von strategischen Liefernetzen betreffende Teil ist in Abb. 5.2 dargestellt und um die Funktionen erweitert, die die Identifikation von kritischen Knoten ermöglichen.

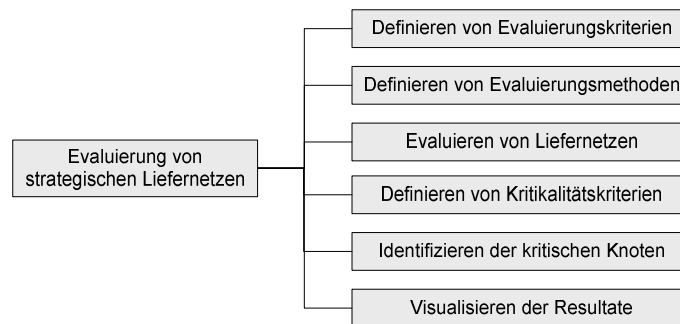


Abb. 5.2 Funktionen der Evaluierung mit Betrachtung der Kritikalität

Diese zusätzlichen Funktionen sind:

- **Definieren von Kritikalitätskriterien:** Das beschaffende Unternehmen legt fest, welche Kriterien für die Identifikation von kritischen Knoten eine Rolle spielen sollen. Darüber hinaus werden gegebenenfalls auch Schwellwerte für einzelne Kriterien vorgegeben.
- **Identifizieren von kritischen Knoten:** Auf Basis der vorgegebenen Kriterien und der dazugehörigen Schwellwerte wird jeder Knoten im strategischen Liefernetz überprüft und die Kritikalität in einem Kritikalitätsvektor festgehalten.

Die Funktion der Visualisierung der Resultate führt die Ergebnisse aus der Evaluierung und aus der Identifikation der kritischen Knoten zusammen und gibt dem Beschaffer einen Überblick über die Struktur des strategischen Liefernetzes. Gleichzeitig werden die identifizierten kritischen Knoten und die damit einhergehenden kritischen Teilnetze markiert.

Auf Basis des semantischen Datenmodells und der Funktionen, die die Entitäten im Datenmodell bearbeiten (anlegen, verändern, darauf zugreifen) kann nun, wie im folgenden Unterkapitel beschrieben, ein Komponentenmodell hergeleitet werden.

### 5.3 Einfaches Prozessmodell für die Evaluierung und Auswahl von strategischen Liefernetzen

Der Prozess zur Evaluierung und Auswahl von strategischen Liefernetzen beginnt mit dem Versenden des Bedarfs und endet mit der Auswahl eines geeigneten Liefernetzes unter Berücksichtigung von kritischen Knoten. In Abb. 5.3 ist ein einfaches Modell dieses Prozesses dargestellt.

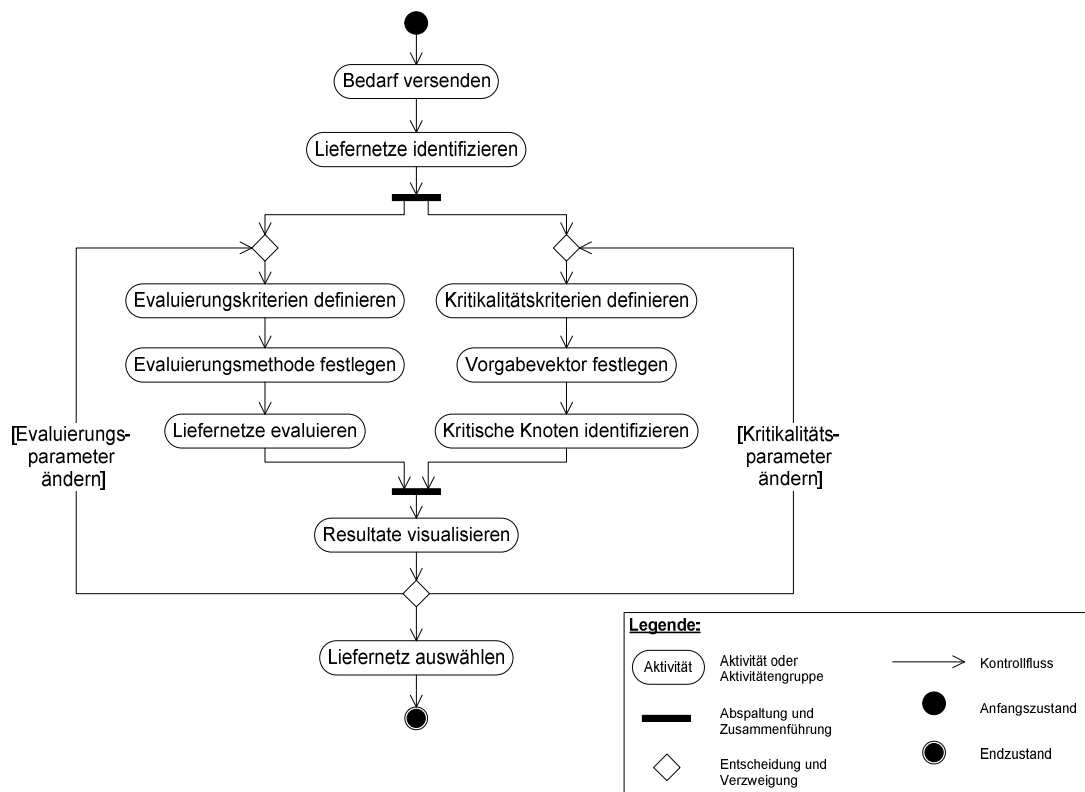


Abb. 5.3 Einfaches Prozessmodell für die Evaluierung und Auswahl von strategischen Liefernetzen

Mit der Aktivität „Bedarf versenden“ beginnt der Identifikationsprozess, der ein oder mehrere zur Deckung des Bedarfs geeignete Liefernetze ermittelt. Diese Liefernetze werden dann sowohl evaluiert, als auch auf kritische Knoten hin untersucht. Um die Evaluierung durchführen zu können, müssen vom beschaffenden Unternehmen die Evaluierungskriterien definiert und die Rahmenbedingungen für die Evaluierung (Evaluierungsmethode) festgelegt werden. Mit der Aktivität „Liefernetze evaluieren“ werden dann die identifizierten Liefernetze auf ihre Eignung hin überprüft. Parallel zur Evaluierung findet die Identifikation von kritischen Knoten statt. Hierzu muss das beschaffende



Unternehmen die Kritikalitätskriterien festlegen und den Vorgabevektor definieren. Damit lassen sich dann in den Lieferknoten der identifizierten Liefernetze die Kritikalitätsvektoren anlegen und die kritischen Knoten bestimmen. Die Resultate der beiden Teilprozesse werden danach visualisiert. Sollte das beschaffende Unternehmen an dieser Stelle im Prozess Änderungen an den Evaluierungs- bzw. Kritikalitätsparametern vornehmen wollen, so ist dies möglich und führt zu einer Wiederholung des jeweiligen Teilprozesses. Damit lassen sich verschiedene Simulationsläufe mit unterschiedlichen Parametereinstellungen durchführen. Sind keine Parameteränderungen mehr notwendig, wird dann zum Abschluss des Prozesses das beschaffende Unternehmen auf Basis der bei der Evaluierung gebildeten Rangliste und der Darstellung der kritischen Knoten das geeignetste Liefernetz auswählen.

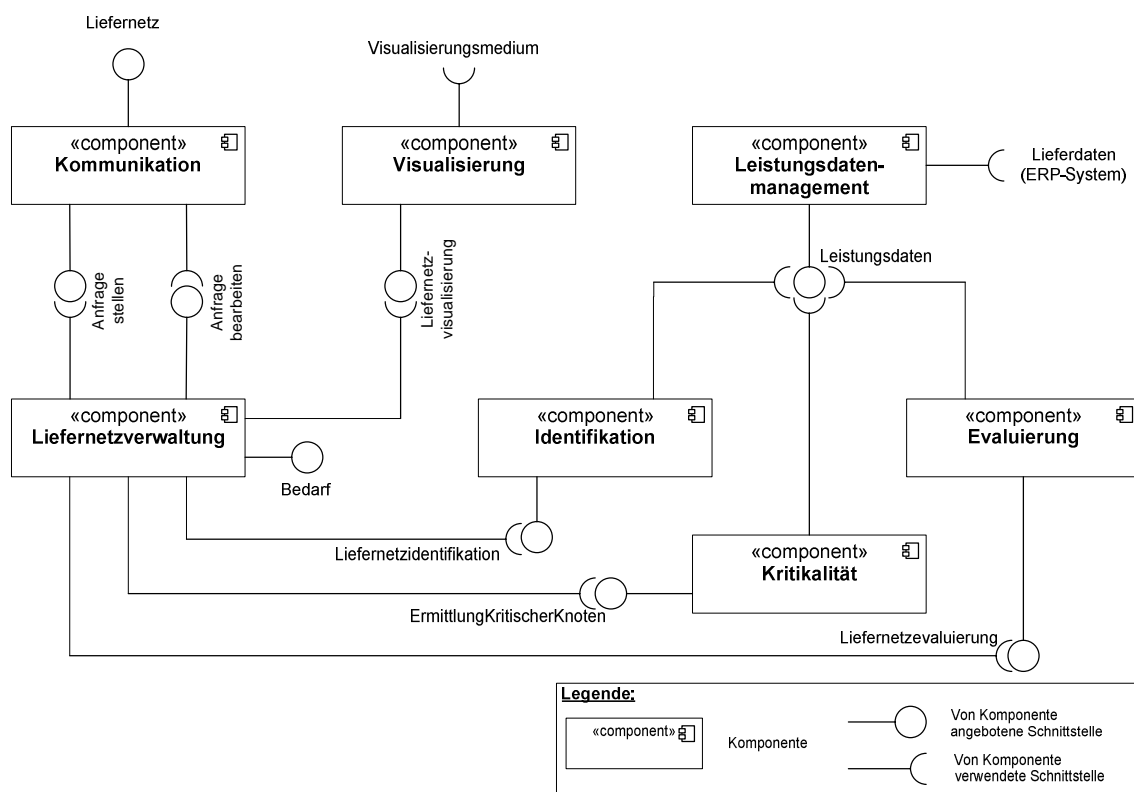
#### **5.4 Komponentenmodell zur Evaluierung und Auswahl von strategischen Liefernetzen**

In Kapitel 2.3 wurde bereits erwähnt, dass im Zuge von verwandten Forschungsarbeiten ein Laborprototyp für den Prozess der Identifizierung von strategischen Liefernetzen entwickelt wurde [Vgl. AlWT2004]. Dieser Prototyp basiert auf dem Grundsatz der Komponentenorientierung. Voraussetzung für die Implementierung eines Anwendungssystems auf Basis von Fachkomponenten ist ein solides Komponentenmodell. Dabei setzt sich ein betriebliches Anwendungssystem aus den domänenspezifischen Fachkomponenten, dem Komponenten-Anwendungs-Framework sowie dem Komponenten-System-Framework zusammen [Vgl. Turo2003, S. 9]. Im Folgenden wird davon ausgegangen, dass ein entsprechendes Anwendungs- und System-Framework zur Verfügung steht. Deshalb konzentrieren sich die nachfolgenden Ausführungen auf die Modellierung der domänenspezifischen Fachkomponenten. Angelehnt an die Vorgehensweise bei der Domänenanalyse müssen zunächst die struktur- und verhaltensbezogenen Merkmale der Anwendungsdomäne identifiziert und in entsprechende Modelle gefasst werden [Vgl. Turo2003, S. 123]. Dazu eignen sich die in Kapitel 5.1 und 5.2 erarbeiteten Informations- und Funktionsdekompositionsmodelle.

Im nächsten Schritt wird, aufbauend auf diesen struktur- und verhaltensbezogenen Merkmalen, eine Komponentenfindung durchgeführt. Ein erster möglicher Ansatz hierbei ist, jeden Geschäftsprozess durch eine Komponente abzubilden. Allerdings liefert dieser Ansatz für die Domäne der strategischen Liefernetze nur suboptimale Ergebnisse [Vgl. AKTW2003c]. Albani et al. haben deshalb auf Basis der Business System Planning (BSP) Methode einen Business Component Modelling (BCM) Prozess entwickelt, mit dessen Unterstützung Komponenten und ihre Kommunikationsbeziehungen effekti-

ver gefunden werden können. Kern dieses Prozesses ist die Business Component Identification (BCI) Methode, mit der aus Funktionen und den von diesen Funktionen bearbeiteten Informationselementen Komponenten abgeleitet werden. Der grundlegende Ansatz für die Komponentenfindung ist dabei die Minimierung der Kommunikationsbeziehungen zwischen den Komponenten [Vgl. AKTW2003a].

Unter Anwendung dieser BCI Methode wurde auf Basis des in [Vgl. AKTW2003c, Abb. 8] hergeleiteten Komponentenmodells und unter Berücksichtigung der in dieser Arbeit ergänzten Informationselemente (siehe Kap. 5.1) und Funktionen (siehe Kap. 5.2) das in Abb. 5.4 aufgeführte Komponentenmodell entwickelt. Zur Darstellung dieses Komponentenmodells wird die Notation des Komponentendiagramms aus der UML [Vgl. OMG2005, S. 154] zugrunde gelegt.



**Abb. 5.4** Komponentenmodell zur Evaluierung unter Betrachtung der Kritikalität

Als zentrale Komponente dient dabei die Liefernetzverwaltung. Über eine Kommunikationskomponente wird die Verbindung zum Liefernetzwerk bzw. zu den am Netzwerk beteiligten Unternehmen hergestellt. Ein im Unternehmen generierter Bedarf löst eine Anfrage an das Liefernetz aus („Anfrage stellen“), ein vom Liefernetz kommender Bedarf wird durch die Liefernetzverwaltung verarbeitet („Anfrage bearbeiten“). Zur Formierung von Liefernetzen wird von der Liefernetzverwaltung die Komponente Identifikation angestoßen, die über die Schnittstelle Liefernetzidentifikation eingehende Bedarf

fe bearbeitet und gegebenenfalls weitere Teilbedarfe an das Liefernetz weiterleitet. Hierzu bedient sich die Identifikation über die Schnittstelle Leistungsdaten auch der Komponente Leistungsdatenmanagement. Sind ein oder mehrere Liefernetze gefunden, so stößt die Liefernetzverwaltung über die Schnittstelle Liefernetzevaluierung die Komponente Evaluierung an, die auf Basis der Leistungsdaten eine Evaluierung von Liefernetzen durchführt und eine Rangliste von Liefernetzen erzeugt. Wiederum auf Basis dieser Rangliste veranlasst die Liefernetzverwaltung über die Schnittstelle ErmittlungKritischerKnoten, dass die Komponente Kritikalität die kritischen Knoten in den jeweiligen Liefernetzen ermittelt. Die somit identifizierten Liefernetze incl. der darin gefundenen kritischen Knoten können über die Komponente Visualisierung dargestellt werden (Bildschirm, Drucker, ...). Zur Ermittlung der Leistungsdaten greift die Komponente Leistungsdatenmanagement noch auf Lieferdaten zurück, die in der Regel von ERP-Systemen zur Verfügung gestellt werden. Auch der interne Bedarf, der an die Komponente Liefernetzverwaltung weitergeleitet wird, entsteht beim beschaffenden (fokalen) Unternehmen in der Praxis in den jeweiligen ERP-Systemen.

Bei den in Abb. 5.4 dargestellten Komponenten handelt es sich um sogenannte Entwurfskomponenten [Vgl. Stör2005, S. 141]. Dies sind in der Regel größere, grobe Bausteine des Gesamtsystems, die zur Implementierung und Realisierung noch in Implementierungskomponenten bzw. Realisierungskomponenten überführt werden müssen. Hierbei ist es durchaus möglich, dass eine Entwurfskomponente aus mehreren Implementierungskomponenten aufgebaut ist. Auf die Ausarbeitung dieser Detaillierungsstufe wird an dieser Stelle der Arbeit verzichtet und auf weiterführende Studien und Forschungen verwiesen, auf die in Kapitel 6 näher eingegangen wird..

Abschließend seine im nächsten Unterkapitel noch ein paar grundlegende Gedanken zur Systemunterstützung angeführt, wobei es nicht darum gehen kann, einen vollständigen Ansatz zum Deployment der erarbeiteten Komponenten zu liefern. Es soll vielmehr angemerkt werden, welche Komponenten in welchen Liefernetzknotten zur Verfügung gestellt werden müssen.

## **5.5 Implementierungsempfehlung für eine IT-Unterstützung**

Damit das fokale Unternehmen die in dieser Arbeit vorgestellten Methoden und Verfahren zur Identifikation und Evaluierung von strategischen Liefernetzen unter Berücksichtigung von kritischen Knoten einsetzen kann, müssen beim fokalen Unternehmen alle im vorigen Kapitel vorgestellten Komponenten implementiert sein.

Jeder Knoten im Liefernetz, der eine Identifikation und Evaluierung seiner möglichen Teilliefernetze vornehmen will, braucht, vergleichbar dem fokalen Unternehmen, ebenfalls eine vollständige Implementierung.

Allerdings muss die volle Implementierung nicht von jedem Knoten gefordert werden. Als Minimalanforderung reicht es vielmehr aus, dass ein Liefernetzknote in der Lage ist, die Lieferleistung seiner mit ihm direkt verbundenen Lieferanten zu beurteilen und diese Ergebnisse dann über die Kommunikationskomponente zugänglich zu machen. Es müssen also zumindest die Komponenten Kommunikation, Liefernetzverwaltung und Leistungsdatenmanagement implementiert sein.

Damit wird aber auch von jedem Unternehmen, das sich an einem solchen Liefernetz beteiligen will, ein gewisses IT Investment gefordert. Da insbesondere das fokale Unternehmen von der Erhöhung der Transparenz und der Reduktion des Lieferrisikos durch diesen Ansatz profitiert, dürfte es einfach sein, das entsprechende IT-Investment zu rechtfertigen. Je nach Ausbaustufe kann allerdings ein solch aufgebautes Interorganisationssystem bei kleineren Unternehmen signifikante Investitionen nach sich ziehen. Sanders hat in einer Untersuchung nachgewiesen, dass sich auch diese IT-Investitionen lohnen, da Interorganisationssysteme einen positiven Einfluss auf die Leistungsfähigkeit des gesamten Netzwerkes haben. Dies gilt sowohl für strategische Aspekte, die vorrangig in dieser Arbeit betrachtet wurden, als auch für operative Herausforderungen [Vgl. Sand2005, S. 10].

Neben der Implementierung eines eigenständigen Anwendungssystems ist es jedoch ebenfalls möglich, bestehende ERP-, SRM- oder SNM-Systeme mit den im Komponentenmodell in Abb. 5.4 dargestellten Komponenten zu erweitern. Dies soll im Rahmen dieser Arbeit allerdings nicht weiter vertieft werden.

## 6 Zusammenfassung und Ausblick

Nicht erst seit kurzem sind Unternehmen in vielen Branchen damit konfrontiert, Betriebskosten zu reduzieren, um ihre Wettbewerbsfähigkeit zu steigern bzw. zumindest zu halten. Dabei erscheint die Konzentration auf Kernkompetenzen ein wichtiger und zielführender Ansatz zu sein. Einhergehend mit der Fokussierung auf die Kernkompetenzen erhöht sich somit der Anteil des Outsourcings, da unterstützende Prozesse und Produkte in zunehmendem Maße extern beschafft werden. Darüber hinaus verringern viele produzierende Unternehmen ihre Fertigungstiefe und erhöhen damit auch den Anteil an extern beschafften Produkten bzw. Dienstleistungen. Als Beleg hierfür kann ein Beispiel aus der Automobilbranche dienen<sup>28</sup>: In den 1980er Jahren wurden in der Fertigung bei Mercedes Benz die Bauteile für Autositze noch im Unternehmen hergestellt und zu entsprechenden Sitzen zusammgebaut. Heute werden die Autositze komplett und fertigmontiert bereits in der Sequenz angeliefert, in der sie am Endmontageband in der jeweiligen Variante gebraucht werden.

Es ist offensichtlich, dass sich mit all diesen Trends und Initiativen die Abhängigkeiten eines Unternehmens von seinen Lieferanten erhöhen. Damit kommt der Einkaufsfunktion im Unternehmen eine stärkere Bedeutung zu. Dies wird nicht zuletzt auch durch die Erkenntnis gestützt, dass Kosten, die im Einkauf gespart werden, sich positiv und direkt auf die Erträge des Unternehmens auswirken. Aus diesem Grunde hat sich die Einkaufsfunktion über die Jahre gewandelt von einer rein administrativen Aufgabe hin zu einer in hohem Maße strategischen Beschaffungsfunktion. Es reicht nicht mehr nur aus, Bestellungen bei Lieferanten zu tätigen und den Bestellablauf zu kontrollieren. In allen Lebensphasen einer Lieferantenbeziehung, bei der Sondierung des Marktes angefangen, über Gewinnung und Einbindung von Lieferanten sowie deren Entwicklung und Qualifizierung bis hin zur planvollen Beendigung einer Lieferbeziehung hat die Beschaffungsfunktion mit geeigneten Methoden und Instrumenten effektive und effiziente Prozesse zu etablieren und durchzuführen. Dies wird mittlerweile unterstützt durch entsprechende IT-Systeme des Supplier Relationship Managements. Insbesondere der Auswahl der richtigen strategischen Lieferanten kommt dabei eine immer stärkere Bedeutung zu.

Allerdings bleibt an dieser Stelle auch festzuhalten, dass sich die Methoden und Instrumente, die der Markt zur Verfügung stellt, fast ausschließlich auf das Management von direkten Lieferantenbeziehungen beziehen. Dadurch dass sich aber in ganzen Branchen die Trends wie die Konzentration auf Kernkompetenzen, Erhöhung der Outsourcingrate,

---

<sup>28</sup> Dieses Beispiel beruht auf persönlichen Erfahrungen des Autors, die er im Rahmen eines Praktikums in den 1980er Jahren machen konnte und als Ergebnis aus aktuellen Gesprächen mit Führungskräften des Unternehmens.

oder Reduktion der Fertigungstiefe durchsetzen, werden auch die damit verbunden Liefernetze immer komplexer und unübersichtlicher. Die strategische Beschaffungsfunktion kann nur ihre direkten Lieferanten kontrollieren, die häufig bereits sehr eng in die Entwicklungsprozesse des Unternehmens eingebunden sind. Die Lieferantenstruktur ihrer direkten Lieferanten kennt sie hingegen nicht oder nur partiell. Dodel zitiert einen Logistikvertreter von DaimlerChrysler, der anführt: „Wir kennen die Prozesse und Fähigkeiten unserer Lieferanten sehr gut. Wir wissen jedoch nichts über deren Lieferantenstruktur. Kommt es zu einem Teilengpass, so sind große Anstrengungen nötig, um den Ursprung des Fehlers zu identifizieren“ [Dode2004, S. 3]. Es erscheint in diesem Zusammenhang also zunächst einmal wichtig zu sein, eine transparente Sicht auf die Liefernetzwerke zu bekommen. Mit einigen der damit verbundenen Problemstellungen hat sich die vorliegende Arbeit befasst. Sie zeigt auch Lösungsmöglichkeiten auf, wie die Transparenz bei der Formierung von strategischen Liefernetzen erhöht werden kann und wie bereits beim Aufbau der Liefernetze potentielle Engpässe bzw. Schwachstellen erkannt und behandelt werden können.

## **6.1 Ergebnisse der Arbeit**

Werden Produkte und Dienstleistungen extern beschafft, so erhöht sich in der Regel das mit der externen Beschaffung verbundene Lieferisiko. Das beschaffende Unternehmen ist nur bedingt in der Lage, Einfluss auf den Lieferservice und die Lieferqualität der Lieferanten zu nehmen. Dies ist besonders dann der Fall, wenn nicht nur einzelne Lieferanten betrachtet werden müssen, sondern ganze, komplexe Liefernetze, die mehrere Ebenen überspannen und aus einer großen Anzahl von Unternehmen zusammengesetzt sind. Bei der Untersuchung der damit verbundenen Versorgungs- bzw. Lieferrisiken hat sich gezeigt, dass die Stabilität dieser Liefernetze sehr stark davon abhängt, wie solide der Formierungsprozess ausgestaltet ist. Ein erster wichtiger Punkt stellt dabei die Koordinationsform des Netzwerkes da, wobei zwischen Markt, Hierarchie und hybriden Formen unterschieden wird. Die Ausführungen in dieser Arbeit konzentrieren sich auf strategische Liefernetze, die einer hybriden Koordinationsform folgen und in der Regel durch ein oder mehrere fokale Unternehmen strategisch geführt werden.

Aus der Betrachtung von Lieferrisiken bei strategischen Liefernetzen hat sich weiterhin ergeben, dass die Risiken in den Dimensionen Menge, Zeit, Qualität, Ort und Preis auftreten. Zur Handhabung dieser Versorgungsrisiken sollte ein geeigneter Risikomanagementprozess aus folgenden Phasen bestehen:

- Identifikation, Evaluierung und Auswahl der geeigneten Liefernetze

- Identifikation der Risiken
- Handhabung der Risiken
- Definition einer geeigneten Risikostrategie

Der Identifikation, Evaluierung und Auswahl von strategischen Liefernetzen sowie der Identifikation von Risiken (z. B. in Form von kritischen Knoten) kommt damit entscheidende Bedeutung zu. Deshalb wurden diese beiden Themengebiete auch in den Mittelpunkt der Betrachtungen dieser Arbeit gestellt.

Über einen bedarfsgesteuerten, stücklistenorientierten Identifizierungsprozess ermittelt das beschaffende Unternehmen ein oder mehrere strategische Liefernetze, die in der Lage sind, den Bedarf zu decken. Der Identifizierungsprozess ist so angelegt, dass er eine Gesamtsicht auf das ganze Liefernetz ermöglicht und das beschaffende Unternehmen in die Lage versetzt, das Liefernetz zu visualisieren. Damit ist der erste Schritt in Richtung der geforderten Transparenz erreicht.

Sollte der Identifizierungsprozess mehr als ein Liefernetz ermitteln, muss es dem beschaffenden Unternehmen möglich sein, das am besten geeignete Liefernetz auszuwählen. Hierzu ist ein sogenannter Evaluierungsprozess notwendig. Um einen solchen Evaluierungsprozess für Liefernetze zu entwerfen, erschien es zunächst angebracht, die Vorgehensweisen bei der Bewertung von Lieferanten zu analysieren und dabei abzuschätzen, inwieweit bestehende Methoden in die Domäne der strategischen Liefernetze übertragen werden können. Es fällt auf, dass über die Jahre sehr viele verschiedene Bewertungsverfahren entstanden sind, die unterschiedliche Schwerpunkte bei der Lieferantenbeurteilung setzen. Da Liefernetze große komplexe Gebilde sein können, wurde ein wichtiges Augenmerk auch auf die Automatisierbarkeit des gesamten Verfahrens gelegt. Aus der Analyse hat sich ergeben, dass die Verfahren „Linear weighting model“, Ratingmatrix, Punktbewertung und Matrixapproach am besten geeignet sind, um sie auf strategische Liefernetze zu übertragen.

Ein weiterer wichtiger Ausgangspunkt für den Aufbau von Bewertungsverfahren sind die zugrunde gelegten Bewertungskriterien. Auch hier ist es wichtig, auf die Automatisierbarkeit der Datenermittlung zu achten. Die Analyse, auch von in der Praxis im Einsatz befindlichen Lieferantenbewertungssystemen, hat ergeben, dass Kosten, Zeit, Qualität und Lieferservice (Termintreue, Mengentreue) die wichtigsten automatisierbaren Kriterien darstellen.

Als Synthese aus diesen Erkenntnissen wurde ein für die Evaluierung von strategischen Liefernetzen geeignetes Verfahren entwickelt, das im Wesentlichen auf dem „linear weighting model“ Ansatz aufbaut.

Das vorgeschlagene Verfahren folgt einem multivariaten Ansatz und kombiniert verschiedene Kriterien in einen Kriterienvektor. Das strategische Liefernetz wird dabei formal als gerichteter Graph betrachtet, der aus Liefernetzknotten (die Unternehmen) und Liefernetzkannten (die Transportbeziehungen zwischen den Unternehmen) aufgebaut ist. Für jeden Knoten und für jede Kante wird ein Evaluierungsvektor eingeführt, der sowohl aus skalaren Elementen bestehen kann, als auch aus zusammengesetzten mehrstufigen Werten, die wiederum durch Vektoren dargestellt werden können. Kosten, Zeit, Qualität und Lieferservice wurden als Bewertungskriterien definiert und die notwendigen Schritte vorgeschlagen, um die entsprechenden Werte zu generieren. Darüber hinaus ist die regionale Ausdehnung als weiteres Bewertungskriterium in den Evaluierungsvektor aufgenommen worden.

Im nächsten Schritt wurden kriterienspezifische Algorithmen entwickelt, um aus den einzelnen Evaluierungsvektoren der Liefernetzknotten und Liefernetzkannten einen einzigen Evaluierungsvektor für das gesamte Liefernetz abzuleiten. Diesem wurde als weiteres Bewertungskriterium noch die Anzahl der Knoten hinzugefügt.

Um nun das am besten geeignete Liefernetz ermitteln zu können, müssen die Evaluierungsvektoren der Liefernetze miteinander verglichen werden. Hierzu wird ein linear gewichtetes Verfahren vorgeschlagen, das mit Hilfe eines Gewichtungsvektors eine Rangliste der Liefernetze kalkulieren kann. Der Gewichtungsvektor reflektiert dabei die Versorgungsstrategie des Unternehmens, indem aus Geschäftsvorgaben (business objectives) Werte für die Elemente des Gewichtungsvektors abgeleitet werden und damit eine Priorisierung der Bewertungskriterien für die lineare Gewichtung vorgenommen wird. Die Anwendung des Gewichtungsvektors auf die Evaluierungsvektoren der Liefernetze liefert als Ergebnis eine Rangliste. Das Liefernetz, das die erste Position in der Rangliste einnimmt, erfüllt die im Gewichtungsvektor priorisierten Bewertungskriterien am besten.

Die Beschaffungsfunktion im Unternehmen kann nun mittels der Rangliste entscheiden, mit welchem strategischen Liefernetz zusammengearbeitet werden soll. Um diese Entscheidung für ein stabiles strategisches Liefernetz fundiert treffen zu können, ist es wichtig und notwendig, der Beschaffungsfunktion aufzeigen zu können, welche kritischen Knoten bzw. kritischen Teilnetze es in den zur Auswahl stehenden Liefernetzen gibt. Als kritische Knoten bzw. kritische Teilnetze werden die Elemente eines strategi-



schen Liefernetzes definiert, die die Leistungsfähigkeit des gesamten Liefernetzes determinieren.

Bei der Entwicklung eines entsprechenden Verfahrens zur Identifikation von kritischen Knoten wurden zunächst Analogien von strategischen Liefernetzen mit der Netzplantechnik und mit Fertigungssystemen hergeleitet. Die Domänen wurden dann dahingehend untersucht, inwiefern bereits Methoden und Verfahren zur Verfügung stehen, um kritische Elemente zu erkennen und auch zu behandeln. Bei der Netzplantechnik war naheliegend, dass kritische Bereiche in der Dimension der Zeit über die Bestimmung des kritischen Pfades bestimmt werden können. Die dafür zur Verfügung stehenden Berechnungsmethoden konnten auf die strategischen Liefernetze übertragen werden.

In der Domäne der Fertigung ist der Begriff des kritischen Knotens oder Systems nicht ausgeprägt, es wird vielmehr von Engpässen gesprochen. Dabei stellen die Kapazitätsengpässe einen leistungsbegrenzenden Faktor im Fertigungssystem dar und sind am ehesten mit dem Begriff kritischer Knoten in den strategischen Liefernetzen zu vergleichen. Bei der Analyse der verschiedenen Planungsmethoden in der Domäne der Fertigung hat sich allerdings keine Möglichkeit aufgezeigt, Methoden und Verfahren direkt auf die strategischen Liefernetze zu übertragen. Dennoch konnten in Bezug auf die Handlungsoptionen zur Handhabung von kritischen Knoten Parallelen aufgezeigt werden.

Das in der vorliegenden Arbeit vorgeschlagene Verfahren zur Identifikation von kritischen Knoten bzw. kritischen Teilnetzen basiert wie das Verfahren zur Evaluierung von strategischen Liefernetzen ebenfalls auf einem Vektoransatz. Das beschaffende Unternehmen spezifiziert einen Vorgabevektor, in dem z. B. verschiedene Schwellwerte für die zu analysierenden Kriterien abgelegt sind. Der Vorgabevektor wird nun mit dem Evaluierungsvektor jedes Knotens verglichen. Sobald ein bzw. mehr als ein kritisches Kriterium erfüllt ist, wird dies im Kritikalitätsvektor des jeweiligen Knotens abgelegt. Zur Visualisierung müssen nur die Kritikalitätsvektoren der Liefernetzknotten ausgelesen und entsprechend angezeigt werden.

Neben den Kriterien Zeit, Produktqualität und Lieferservice spielt bei der Ermittlung der Kritikalität eines Liefernetzknottes auch die Zugehörigkeit eines Unternehmens zu mehreren Liefernetzen des beschaffenden Unternehmens eine Rolle. Dies ist mit dem Kriterium Mehrfachzugehörigkeit bezeichnet. Darüber hinaus kann es für die Beschaffungsfunktion im Unternehmen auch interessant sein, ob ein Unternehmen in irgendeiner Weise ein Monopol darstellt.

Das Zusammenspiel von Evaluierung von Liefernetzen und gleichzeitiger Berücksichtigung von kritischen Knoten bzw. kritischen Teilnetzen eröffnet der Beschaffungsfunktion somit die Möglichkeit, diese kritischen Betrachtungen bei der Auswahl des am besten geeigneten strategischen Liefernetzes zu berücksichtigen. Die vorgestellten Verfahren können von der Beschaffungsfunktion auch dazu eingesetzt werden, um bei entsprechender IT-Unterstützung Simulationen durchzuführen. So kann z. B. die Evaluierung mit verschiedenen Gewichtungsvektoren durchgespielt werden oder auch die Ermittlung der Kritikalität mit unterschiedlichen Vorgabevektoren.

Die vorliegende Arbeit liefert somit weitere wichtige Bausteine für die Vervollständigung der automatischen Modellierung von strategischen Liefernetzen. Sie schließt die in Kapitel 2.1.5 identifizierte Lücke und unterstützt damit den in der Beschaffungsfunktion anstehenden Paradigmenwechsel vom strategischen Lieferanten zum strategischen Liefernetz.

## **6.2 Ausblick und weiterer Forschungsbedarf**

Es erscheint nicht zu visionär, dass zukünftig in vielen Branchen zu jedem Kundenauftrag ein eigenes Liefernetz identifiziert und selektiert wird, das nur solange Bestand hat, bis der Kundenauftrag erfüllt ist. Dazu ist ein hoch dynamisches und flexibles Geflecht von Unternehmen notwendig, das über ein nicht weniger dynamisches Interorganisationssystem zusammenarbeitet. Auf dem Weg zu solch einem Konstrukt sind sicherlich noch einige Fragen zu klären: „Ist eine solcher Prozess betriebswirtschaftlich überhaupt sinnvoll umzusetzen?“, „Welche Voraussetzungen müssen Unternehmen mitbringen, um an einem solch dynamischen Umfeld teilzunehmen?“, „Wie muss ein derartiges Interorganisationssystem gestaltet sein?“, um nur ein paar Beispiele zu nennen.

Auf Basis der Ergebnisse dieser Arbeit kann der in Kapitel 2.3.1 vorgestellte Laborprototyp um die vorgeschlagenen Methoden und Verfahren erweitert werden. Damit lassen sich die Methoden und Verfahren im praktischen Einsatz verifizieren und ggf. anpassen. Darüber hinaus ist zu untersuchen, um welche weiteren Kriterien die Evaluierung und Identifikation von kritischen Knoten erweitert werden sollte, um das Versorgungsrisiko noch weiter zu reduzieren bzw. die Stabilität des strategische Liefernetzes zu erhöhen..

Die vorgeschlagenen Methoden und Verfahren setzen eine bestimmte Offenlegung von historischen Lieferdaten voraus. Wie kann die Anbindung an bestehende Systeme (z. B. ERP-Systeme) in Unternehmen sinnvollerweise organisiert werden? Wie lassen sich diese Systeme in das vorgeschlagene Interorganisationssystem integrieren? Können die

im Komponentenmodell dargestellten Fachkomponenten in eine bestehende Architektur übernommen werden?

Die vorliegende Arbeit konzentrierte sich auf die Ausarbeitung eines Verfahrens, das im Wesentlichen auf der linearen Gewichtungsmethode beruht. Es bleibt zu untersuchen, inwieweit es andere Verfahren gibt, die ähnlich gut geeignet sind, in der Domäne der strategischen Liefernetze eingesetzt zu werden.

Um der eingangs dargestellten Vision zu folgen, muss auch der Übergang von einem langfristigen, strategischen Horizont zu einem kurzfristigen, operativen Blickwinkel geschafft werden. Es ist zu erwarten, dass die entwickelten Algorithmen auch dann noch einzusetzen sind. Allerdings gilt es zu analysieren, inwieweit das zugrunde liegende Datenmaterial für eine auftragsbezogenen Sichtweise geeignet ist.

Generell ist zu erwarten, dass im Bereich der Unternehmensnetzwerke und damit auch der Liefernetze in den kommenden Jahren noch einige Arbeiten notwendig sind. Weitere Forschungen, insbesondere im operativen Umfeld von Liefernetzen, sind notwendig, um Konzepte wie das Supplier Network Management mit Leben zu füllen.

## Literaturverzeichnis

- [Affe2002] *Affeld, D.*: Mit Best Practice im Supply Chain Management (SCM) zur Optimierung der Wertschöpfungskette. In: Voegele, A.; Zeuch, M. (Hrsg.): Supply Network Management - Mit Best Practice der Konkurrenz voraus. Gabler, Wiesbaden 2002, S. 13-30
- [AhZe2004] *Ahlert, D.; Zelewski, S. (Hrsg.)*: State-of-the-art der Bewertung von Lieferantenbeziehungen. MOTIWIDI-Projektbericht Nr. 19, Essen/Münster 2004.
- [ABTW2004] *Albani, A.; Bazijanec, B.; Turowski, K.; Winnewisser, C.*: Component Framework for Strategic Supply Network Development. 8th East European Conference on Advances in Databases and Information Systems (ADBIS-04), 22 - 25 September, Budapest, Ungarn. LNCS 3255, 2004, S. 67-82
- [AKTW2003a] *Albani, A.; Keiblinger, A.; Turowski, K.; Winnewisser, C.*: Domain Based Identification and Modelling of Business Component Applications. 7th East-European Conference on Advances in Databases and Informations Systems (ADBIS-03), LNCS 2798, Dresden, Deutschland. 2003a, S. 30-45
- [AKTW2003b] *Albani, A.; Keiblinger, A.; Turowski, K.; Winnewisser, C.*: Dynamic Modelling of Strategic Supply Chains. E-Commerce and Web Technologies: 4th International Conference, EC-Web 2003, Prague, Czech Republic. LNCS 2738, 2003b, S. 403-413
- [AKTW2003c] *Albani, A.; Keiblinger, A.; Turowski, K.; Winnewisser, C.*: Komponentenmodell für die Strategische Lieferketteneentwicklung. 6. Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik (WI-03) Medien - Märkte - Mobilität, Dresden, Deutschland. Bd. II, 2003c, S. 61-80
- [AIWT2004] *Albani, A.; Winnewisser, C.; Turowski, K.*: Dynamic Modelling of Demand Driven Value Networks. On the Move to Meaningful Internet Systems 2004: CoopIS, DOA, and ODBASE, Larnaca, Cyprus. Proceedings, Part I, LNCS 3290, 2004, S. 408-421
- [AnCh2005] *Andersen, P.H.; Christensen, P.R.*: Bridges over troubled water: suppliers as connective nodes in global supply networks. In: Journal of Business Research, 58 2005, S. 1261-1273
- [Ange2002] *Angeli, R.*: Aufbau und Koordination dynamischer Unternehmensnetzwerke. In: (Hrsg.): Wissenschaftssymposium Logistik der BVL. Huss-Verlag, München 2002, S. 537-549
- [Arno1995] *Arnold, U.*: Beschaffungsmanagement. Schäffer-Poeschel, Stuttgart 1995.
- [ArEB1997] *Arnold, U.; Eßig, M.*: Einkaufskooperationen in der Industrie. Schäffer-Poeschel, Stuttgart 1997.
- [ArEB2000] *Arnold, U.; Eßig, M.*: Sourcing-Konzepte als Grundelemente der Beschaffungsstrategie. In: Wirtschaftsstudium, 3 (März), 2000, S. 122-128
- [Ball1998] *Balling, R.*: Kooperation: strategische Allianzen, Netzwerke, Joint Ventures und andere Organisationsformen zwischenbetrieblicher Zusammenarbeit in Theorie und Praxis. Peter Lang, Frankfurt am Main 1998.
- [Balt2000] *Baltes, G.*: Synergiemanagement in vernetzten Organisationen - Synergetische Koordination durch Intranet gesetzte Geschäftsprozesse, gezeigt am Beispiel des Einkaufs eines internationalen Grossunternehmens. München 2000.
- [BaBa2002] *Bamberg, G.; Baur, F.*: Statistik. 12. Auflage, Oldenbourg, München 2002.
- [Beck2002] *Becker, T.*: Supply Chain Prozesse: Gestaltung und Optimierung. In: Busch, A.; Dangelmaier, W. (Hrsg.): Integriertes Supply Chain Management. Gabler, Wiesbaden 2002, S. 63-87
- [Beck2004] *Beckmann, H.*: Supply Chain Management: Grundlagen, Konzept und Strategien. In: Beckmann, H. (Hrsg.): Supply Chain Management - Strategien und Entwicklungstendenzen in Spitzenunternehmen. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 2004, S. 1-97

- [Boga2003] *Bogaschewsky, R.*: Integrated Supply Management - Zukunftskonzept für die Beschaffung. In: Bogaschewsky, R. (Hrsg.): Integrated Supply Management. Einkauf und Beschaffung: Effizienz steigern, Kosten senken. Deutscher Wirtschaftsdienst, Köln 2003, S. 23-52
- [Bühn1995] *Bühner, R.*: Arbeitsorganisation. In: Corsten, H.; Reiß, M. (Hrsg.): Handbuch Unternehmensführung. Gabler, Wiesbaden 1995, S. 433-445
- [BuDa2002] *Busch, A.; Dangelmaier, W.*: Integriertes Supply Chain Management - ein koordinationsorientierter Überblick. In: Busch, A.; Dangelmaier, W. (Hrsg.): Integriertes Supply Chain Management. Gabler, Wiesbaden 2002, S. 1-21
- [Busc2003] *Buscher, U.*: Konzept und Gestaltungsfelder des Supply Network Managements. In: Bogaschewsky, R. (Hrsg.): Integrated Supply Management. Einkauf und Beschaffung: Effizienz steigern, Kosten senken. Deutscher Wirtschaftsdienst, Köln 2003, S. 55-86
- [ChDR2001] *Choi, T.Y.; Dooley, K.J.; Rungtusanatham, M.*: Supply networks and complex adaptive systems: control versus emergence. In: Journal of Operations Management, 19 2001, S. 351-366
- [CoHK2000] *Colberg, W.; Hoffmann, J.; Kosmol, T.*: Beziehungsmanagement mit Lieferanten: Konzepte, Instrumente und Erfolgsmessung am Beispiel des Programms competeS der Bosch-Gruppe. In: Hildebrandt, H.; Koppelman, U. (Hrsg.): Beziehungsmanagement mit Lieferanten: Konzepte, Instrumente, Erfolgsmessung. Schäffer-Poeschel (Schriftenreihe der Schmalenbach-Gesellschaft für Betriebswirtschaft e.V.), Stuttgart 2000, S. 49-67
- [CoFe2002] *Corsten, D.; Felde, J.*: Supplier Collaboration: Eine Erfolgsstrategie? Ergebnisse einer empirischen Studie. In: Hildebrandt, K. (Hrsg.): Supplier Relationship Management. dpunkt.Verlag, Heidelberg 2002, S. 85-93
- [CoGa2004] *Corsten, D.; Gabriel, C.*: Supply Chain Management erfolgreich einsetzen - Grundlagen, Realisierung und Fallstudien. 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin Heidelberg 2004.
- [Cors1995] *Corsten, H.*: Beschaffungsmanagement - Konzeption und Aufgabenbereiche. In: Corsten, H.; Reiß, M. (Hrsg.): Handbuch Unternehmensführung. Gabler, Wiesbaden 1995, S. 573-586
- [CoGö2001] *Corsten, H.; Gössinger, R.*: Einführung in das Supply Chain Management. Oldenbourg Verlag, München Wien 2001.
- [CoWi1994] *Corsten, H.; Will, T.*: Wettbewerbsstrategien und Produktionsorganisation. In: Corsten, H. (Hrsg.): Handbuch Produktionsmanagement. Gabler, Wiesbaden 1994, S. 259-273
- [CoSp2003] *Cousins, P.D.; Spekman, R.*: Strategic supply and the management of inter- and intra-organisational relationships. In: Journal of Purchasing & Supply Management, 9 2003, S. 19-29
- [CGLR2001] *Croxton, K.L.; Garcia-Dastugue, S.J.; Lambert, D.M.; Rogers, D.S.*: The Supply Chain Management Processes. In: The International Journal of Logistics Management, 12 (2), 2001, S. 13-36
- [Dang2001] *Dangelmaier, W.*: Fertigungsplanung - Planung von Aufbau und Ablauf der Fertigung; 2. Auflage. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg 2001.
- [Dank1994] *Dankert, U.*: Planung des Designs flexibler Fertigungssysteme. Gabler, Wiesbaden 1994.
- [DaTe1998] *Das, T.K.; Teng, B.-S.*: Resource and Risk Management in the Strategic Alliance Making Process. In: Journal of Management, 24 (1), 1998, S. 21-42
- [DaTe1999] *Das, T.K.; Teng, B.-S.*: Managing risks in strategic alliances. In: The Academy of Management Executive, 13 (4), 1999, S. 50-62
- [BoLM2001] *de Boer, L.; Labro, E.; Morlacchi, P.*: A review of methods supporting supplier selection. In: European Journal of Operational Research, 7 2001, S. 75-89

- [Dill1995] *Dill, P. W.*: Produkt-Markt-Strategien. In: Corsten, H.; Reiß, M. (Hrsg.): Handbuch Unternehmensführung. Gabler, Wiesbaden 1995, S. 331-339
- [DiSc2004] *Disselkamp, M.; Schüller, R.*: Lieferantenrating. 1. Auflage, Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler/GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden 2004.
- [Dode2004] *Dodel, J.-H.*: Supply Chain Integration: Verringerung der logistischen Kritizität in der Automobilindustrie. Dissertation Nr. 2844, Universität St. Gallen, Hochschule für Wirtschafts-, Rechts- und Sozialwissenschaften (HSG). 2004.
- [DFG+1994] *Drexl, A.; Fleischmann, B.; Günther, H.-O.; Stadler, H.; Tempelmeier, H.*: Konzeptionelle Grundlagen kapazitätsorientierter PPS-Systeme. In: zfbf - Schmalenbachs Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung, 46 (12), 1994, S. 1002-1045
- [Eber2005] *Eberle, A.O.*: Risikomanagement in der Beschaffungslogistik - Gestaltungsempfehlungen für ein System. Dissertation Nr. 3008, Hochschule für Wirtschafts-, Rechts- und Sozialwissenschaften (HSG). St. Gallen 2005.
- [ElCa1994] *Ellram, L. M.; Carr, A.*: Strategic Purchasing: A History and Review of the Literature. In: International Journal of Purchasing and Materials Management, Spring 1994, S. 10-18
- [EyKM2002] *Eyholzer, K.; Kuhlmann, W.; Münger, T.*: Wirtschaftlichkeitsaspekte eines partnerschaftlichen Lieferantenmanagements. In: Hildebrand, K. (Hrsg.): Supplier Relationship Management. dpunkt.Verlag, Heidelberg 2002, S. 66-75
- [Ferg2000] *Ferguson, B.R.*: Implementing Supply Chain Management. In: Production and Inventory Management Journal, 41 (2), 2000, S. 64-67
- [Flei1988] *Fleischmann, B.*: Operations-Research-Modelle und -Verfahren in der Produktionsplanung. In: Zeitschrift für Betriebswirtschaft (ZfB), 58 (3), 1988, S. 347-372
- [FIMW2000] *Fleischmann, B.; Meyr, H.; Wagner, M.*: Advanced Planning. In: Stadler, H.; Kilger, C. (Hrsg.): Supply Chain Management and Advanced Planning. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg 2000, S. 57-71
- [Fran1998] *Frank, U.*: Wissenschaftstheoretische Herausforderung der Wirtschaftsinformatik. In: Gerum, E. (Hrsg.): Innovation in der Betriebswirtschaftslehre. Gabler, Wiesbaden 1998, S. 91-118
- [Fran2000] *Frank, U.*: Evaluation von Artefakten in der Wirtschaftsinformatik. In: Heinrich, L.J.; Häntschel, I. (Hrsg.): Evaluation und Evaluationsforschung in der Wirtschaftsinformatik. München, Wien 2000, S. 35-48
- [Garf2003] *Garfamy, R. M.*: Supplier Selection and Business Process Improvement: An exploratory multiple-case study. Research Paper, Universitat Autònoma de Barcelona. Barcelona 2003.
- [GhBr1998] *Ghodsypour, S.H.; O'Brien, C.*: A decision support system for supplier selection using an integrated analytic hierarchy process and linear programming. In: International Journal of Production Economics, 56-57 1998, S. 199-212
- [Glant1994] *Glantschnig, E.*: Merkmalsgestützte Lieferantenbewertung. Dissertation, Universität zu Köln. Köln 1994.
- [Glas1994] *Glaser, H.*: Steuerungskonzepte von PPS-Systemen. In: Corsten, H. (Hrsg.): Handbuch Produktionsmanagement. Gabler, Wiesbaden 1994, S. 747-761
- [GoCo2001] *Goldratt, E. M.; Cox, J.*: Das Ziel. Campus Verlag, Frankfurt/Main 2001.
- [Göpf2002] *Göpfert, I.*: Einführung, Abgrenzung und Weiterentwicklung des Supply Chain Managements. In: Busch, A.; Dangelmaier, W. (Hrsg.): Integriertes Supply Chain Management - Theorie und Praxis effektiver unternehmensübergreifender Geschäftsprozesse. Gabler, Wiesbaden 2002, S. 25-44

- [GöGH2001] *Götze, U.; Glaser, K.; Hinkel, D.*: Risikocontrolling aus funktionaler Perspektive. In: Götze, U.; Henselmann, K.; Mikus, B. (Hrsg.): Risikomanagement. Physica-Verlag, Heidelberg 2001, S. 95-126
- [Groß2004] *Große-Wilde, J.*: SRM - Supplier-Relationship-Management. In: Wirtschaftsinformatik, 46 (1), 2004, S. 61-63
- [GüTe1995] *Günther, H.-O.; Tempelmeier, H.*: Produktion und Logistik. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg 1995.
- [Hahn1995] *Hahn, D.*: Aufbau von Planungssystemen. In: Corsten, H.; Reiß, M. (Hrsg.): Handbuch Unternehmensführung. Gabler, Wiesbaden 1995, S. 229-250
- [Hain1995] *Haindl, A.*: Risk Management von Lieferrisiken. Dissertation, Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät der Universität Passau. Passau 1995.
- [Hall1986] *Haller, M.*: Risiko-Management - Eckpunkte eines integrierten Konzepts. In: Jacob, H. (Hrsg.): Schriften zur Unternehmensführung - Risiko Management, SzU Band 33. Gabler, Wiesbaden 1986, S. 7 - 43
- [Hall1992] *Haller, M.*: Risikodialog. In: Königswieser, R.; Capra, F. (Hrsg.): Das systemisch-evolutionäre Management: der neue Horizont für Unternehmer, 2. Auflage. Wien 1992, S. 322-341
- [HKP+2004] *Hallikas, J.; Karvonen, I.; Pulkkinen, U.; Virolainen, V.M.; Tuominen, M.*: Risk management processes in supplier networks. In: International Journal of Production Economics, 90 (1), 2004, S. 47-58
- [HaVT2002] *Hallikas, J.; Virolainen, V.M.; Tuominen, M.*: Risk analysis and assessment in network environments: A dyadic case study. In: International Journal of Production Economics, 78 (1), 2002, S. 45-55
- [HaPa2005] *Hameri, A.-P.; Paatela, A.*: Supply network dynamics as a source of new business. In: International Journal of Production Economics, 98 2005, S. 41-55
- [HapK1989] *Hapke, W.*: Beschaffungspolitik - insbesondere Lieferantenpolitik - mittel-ständischer Industrieunternehmen. Dissertation, Universität Göttingen. Göttingen 1989.
- [HaBH2003] *Harland, C.; Brenchley, R.; Helen, W.*: Risk in supply networks. In: Journal of Purchasing & Supply Management, 9 (2), 2003, S. 51-62
- [Harl1996] *Harland, C.M.*: Supply Chain Management: Relationships, Chains and Networks. In: British Journal of Management, 7 (Special Issue), 1996, S. 63-80
- [HLZJ2001] *Harland, C.M.; Lamming, R.C.; Zheng, J.; Johnsen, T.E.*: A Taxonomy of Supply Networks. In: Journal of Supply Chain Management, 37 (4), 2001, S. 21-27
- [Hart1994] *Harting, D.*: Lieferanten-Wertanalyse: ein Arbeitsbuch mit Checklisten und Arbeitsblättern für Auswahl, Bewertung und Kontrolle von Zulieferern. Schäffer-Poeschel, Stuttgart 1994.
- [Hart2004] *Hartmann, H.*: Lieferantenmanagement - Gestaltungsfelder, Methoden, Instrumente mit Beispielen aus der Praxis. Deutscher Betriebswirte Verlag, Gernsbach 2004.
- [HaOP2004] *Hartmann, H.; Orths, H.; Pahl, H.-J.*: Lieferantenbewertung - aber wie? Lösungsansätze und erprobte Verfahren. 3. Auflage, Deutscher Betriebswirte-Verlag GmbH, Gernsbach 2004.
- [HaOp2003] *Hauke, W.; Opitz, O.*: Mathematische Unternehmensplanung. KUBE-Verlag, Dietramszell 2003.
- [Hein2002] *Heinrich, L.J.*: Informationsmanagement: Planung, Überwachung und Steuerung der Informationsinfrastruktur. 7. Auflage, Oldenbourg Wissenschaftsverlag, München, Wien 2002.

- [HHLN2002] *Hellingrath, B.; Hieber, R.; Laakmann, F.; Nayabi, K.*: Die Einführung von SCM-Softwaresystemen. In: Busch, A.; Dangelmaier, W. (Hrsg.): *Integriertes Supply Chain Management*. Gabler, Wiesbaden 2002, S. 187-211
- [HMPR2004] *Hevner, A.R.; March, S.T.; Park, J.; Ram, S.*: Design Science in Information Systems Research. In: *MIS Quarterly*, 28 (1), 2004, S. 75-105
- [HoLu2000] *Hoffmann, R.; Lumbe, H.-J.*: Lieferantenbewertung - der erste Schritt zum Lieferantenmanagement. In: Hildebrandt, H.; Koppelman, U. (Hrsg.): *Beziehungsmanagement mit Lieferanten: Konzepte, Instrumente, Erfolgsnachweise*. Schäffer-Poeschel Verlag (Schriftenreihe der Schmalenbach-Gesellschaft für Betriebswirtschaft e.V.), Stuttgart 2000, S. 87-120
- [HHP+2002] *Hope-Ross, D.; Halpern, M.; Peterson, K.; White, A.; Miklovic, D.; Kyte, A.; Lombardo, D.*: Supplier Relationship Management Pushes Profitability in Dealing with Suppliers. Gartner Research, Strategic Analysis Report R-18-2957 (27.9.2002), 2002.
- [JaMS2001] *Jahns, Ch.; Middendorff, A.; Schober, H.*: Neupositionierung des Einkaufs im Unternehmen. In: *Beschaffung Aktuell, Materialwirtschaft, Einkauf, Logistik.*, 02/2001 2001, S. 38 -43
- [Jank2004] *Janker, C. G.*: *Multivariate Lieferantenbewertung*. Deutscher Universitäts-Verlag, Wiesbaden 2004.
- [Jari1988] *Jarillo, J.C.*: On Strategic Networks. In: *Strategic Management Journal*, 9 (1), 1988, S. 31-41
- [JWZ+2000] *Johnsen, T.; Wynstra, F.; Zheng, J.; Harland, C.; Lamming, R.*: Networking activities in supply networks. In: *Journal of Strategic Marketing*, 8 2000, S. 161-181
- [Jung1994] *Jungnickel, D.*: *Graphen, Netzwerke und Algorithmen*; 3. Auflage. BI-Wiss.-Verlag, Mannheim 1994.
- [Kalu1994] *Kaluza, B.*: Rahmenentscheidungen zu Kapazität und Flexibilität produktionswirtschaftlicher Systeme. In: Corsten, H. (Hrsg.): *Handbuch Produktionsmanagement*. Gabler, Wiesbaden 1994, S. 51-72
- [KaNo1992] *Kaplan, R. S.; Norton, D. P.*: The Balanced Scorecard - Measures that Drive Business Performance. In: *Harvard Business Review*, 70. Jg. (January - February), 1992, S. 71-79
- [KaKK1999] *Karpak, B.; Kumcu, E.; Kauganti, R.*: An Application of Visual Interactive Goal Programming: A Case in Vendor Selection Decisions. In: *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 93 (8), 1999, S. 93-105
- [Kend1998] *Kendall, R.*: *Risk Management: Unternehmensrisiken erkennen und bewältigen*. Gabler, Wiesbaden 1998.
- [Kern1994] *Kern, S.*: Koordination dezentraler Produktionseinheiten. In: Corsten, H. (Hrsg.): *Handbuch Produktionsmanagement*. Gabler, Wiesbaden 1994, S. 381-401
- [Klei1996] *Klein, S.*: *Interorganisationssysteme und Unternehmensnetzwerke*. DUV, Dt. Univ.-Verl., Wiesbaden 1996.
- [KnMZ2000] *Knolmayer, G.; Mertens, P.; Zeier, A.*: *Supply Chain Management auf Basis von SAP-Systemen*. Springer Verlag, Berlin 2000.
- [KöLe2002] *König, T.; Lehnhof, U.*: Lieferanten sicher beurteilen - Baustein für Qualitätssicherung und für horizontale Integration. In: *Qualität und Zuverlässigkeit*, 10 2002, S. 1022-1023
- [Kost2004] *Kostal*: Lieferantenbewertung.  
<http://www.kostal.de/german/downloads/Lieferantenbewertung.pdf>, 14.05.2005, Abruf am 21.4.2006.
- [Kral1983] *Kraljic, P.*: Purchasing must become supply management. In: *Harvard Business Review*, September-October 1983, S. 109-117



- [Kram2000] *Krampf, P.*: Strategisches Beschaffungsmanagement in industriellen Großunternehmen. Lohmar, Köln 2000.
- [Kups1995] *Kupsch, P.*: Risikomanagement. In: Corsten, H.; Reiß, M. (Hrsg.): Handbuch Unternehmensführung. Gabler, Wiesbaden 1995, S. 529 - 543
- [Lack1998] *Lackes, R.*: Kapazitätsorientierte Produktionsplanung und -steuerung. In: Corsten, H.; Gössinger, R. (Hrsg.): Dezentrale Produktionsplanungs- und -steuerungs-Systeme. Kohlhammer, Stuttgart 1998, S. 289-316
- [Lang2005] *Lange, C.*: Ein Bezugsrahmen zur Beschreibung von Forschungsgegenständen und -methoden in Wirtschaftsinformatik und Information Systems. ICB-Research Report No. 1 August 2005, Universität Duisburg-Essen. 2005.
- [LiHa2005] *Liu, F.-H.; Hai, H.L.*: The voting analytic hierarchy process method for selecting supplier. In: International Journal of Production Economics, 97 2005, S. 308-317
- [MAN2001] *MAN*: Supplier`s Guide to MAN B&W Diesel. <http://www.manbw.de/files/news/files/585/Suppliers%20Guide.pdf>, Februar 2001, Ab-ruf am 20.04.2006.
- [Männ1996] *Männel, B.S.*: Unternehmensnetzwerke in der Zulieferindustrie - Konzepte, Gestaltungsmerkmale und betriebswirtschaftliche Wirkungen. Dissertation, Technische Uni-versität. München 1996.
- [Maye2000] *Mayer, A.G.*: Strategische Unternehmensnetzwerke und Marketing. S. Roderer Verlag, Regensburg 2000.
- [McHM1997] *McIvor, R.; Humphreys, P.; McAleer, E.*: The evolution of the purchasing function. In: Strategic Change, 6 1997, S. 165-179
- [MeSF2004] *Merbecks, A.; Stegemann, U.; Frommeyer, J.*: Intelligentes Risikomanagement - Das Unvorhergesehene meistern. McKinsey&Company, Redline Wirtschaft, Frankfurt/Wien 2004.
- [Miku2001a] *Mikus, B.*: Risiken und Risikomanagement - ein Überblick. In: Götze, U.; Henselmann, K.; Mikus, B. (Hrsg.): Risikomanagement. Physica-Verlag, Heidelberg 2001a, S. 3-28
- [Miku2001b] *Mikus, B.*: Zur Integration des Risikomanagements in den Führungsprozess. In: Götze, U.; Henselmann, K.; Mikus, B. (Hrsg.): Risikomanagement. Physica-Verlag, Heidelberg 2001b, S. 67 - 94
- [MoPD1983] *Moder, J. M.; Phillips, C. R.; Davis, E. W.*: Project Management with CPM, PERT and Precedence Diagramming. Van Nostrand Reinhold, New York 1983.
- [MuAD2002] *Muralidharan, C.; Anantharaman, N.; Deshukh, S.G.*: A Multi-Criteria Group Deci-sionmaking Model for Supplier Rating. In: The Journal of Supply Chain Management, 38 (4), 2002, S. 22-33
- [Musc1998a] *Muschinski, W.*: Lieferantenbewertung. In: Strub, M. (Hrsg.): Das grosse Handbuch Einkaufs- und Beschaffungsmanagement. Verlag Moderne Industrie, Landsberg am Lech 1998a, S. 77-126
- [Musc1998b] *Muschinski, W.*: Lieferantenbewertung in Deutschland. In: Beschaffung aktuell, Nr. 9 1998b, S. 46-61
- [MüAl2006] *Müssigmann, N.; Albani, A.*: Supplier Network Management: Evaluating and Rating of Strategic Supply Networks. Symposium on Applied Computing - SAC2006, Dijon, France. 2, ACM, 2006, S. 1511-1515
- [Neum1975] *Neumann, K.*: Operations Research Verfahren - Band III. Carl Hanser Verlag, München, Wien 1975.
- [OIEI1997] *Olsen, R. F.; Ellram, L. M.*: A Portfolio Approach to Supplier Relationships. In: Indus-trial Marketing Management, 26 1997, S. 101-113

- [OMG2005] *OMG: UML 2.0 Superstructure Specification*. <http://www.omg.org/docs/formal/05-07-04.pdf>, Version vom 4.7.2005, Abruf am 07.07.2006.
- [Pfef2002] *Pfefferli, H.: Lieferantenqualifikation: Die Basis für Wettbewerbsfähigkeit und nachhaltigen Erfolg*. expert verlag, Esslingen, Renningen 2002.
- [Rade2004] *Rade, K.: Erfolgs- und Beteiligungsrechnung für unternehmensübergreifende SCM-Systeme*. Dissertation, Berlin 2004.
- [RiKl2002] *Riemer, K.; Klein, S.: Supplier Relationship Management - Supplier Relations im Rahmen des Partner Relationship Managements*. In: Hildebrand, K. (Hrsg.): *Supplier Relationship Management*. dpunkt.Verlag, Heidelberg 2002, S. 5-22
- [RiVa1992] *Ring, P. S.; Van de Ven, A. H.: Structuring cooperative relationships between organizations*. In: *Strategic Management Journal*, 13 (7), 1992, S. 483-498
- [Rogl2001] *Rogler, S.: Management von Beschaffungs- und Absatzrisiken*. In: Götze, U.; Henselmann, K.; Mikus, B. (Hrsg.): *Risikomanagement*. Physica-Verlag, Heidelberg 2001, S. 211 - 240
- [SaND2005] *Samaddar, S.; Nargundkar, S.; Daley, M.: Inter-organizational information sharing: The role of supply network configuration and partner goal congruence*. In: *European Journal of Operational Research*, tbd. (Article in press) 2005, S. 1-22
- [Sand2005] *Sanders, N.R.: IT Alignment in Supply Chain Relationships: A Study of Supplier Benefits*. In: *Journal of Supply Chain Management*, 41 (2), 2005, S. 4-13
- [SAP2006a] *SAP, Company Information: Supplier Relationship Management: Funktionen*. <http://www.sap.com/germany/solutions/business-suite/srm/featuresfunctions/index.epx>, Abruf am 14.6.2006.
- [SAP2006b] *SAP, Company Information: Supply Chain Management: Funktionen*. <http://www.sap.com/germany/solutions/business-suite/scm/featuresfunctions/index.epx>, Abruf am 18.6.2006.
- [SaTa2002] *Sarkis, J.; Talluri, S.: A Model for Strategic Supplier Selection*. In: *Journal of Supply Chain Management*, 38 (1), 2002, S. 18-28
- [ScAn2002] *Scheer, A.-W.; Angeli, R.: Management dynamischer Unternehmensnetzwerke*. In: Busch, A.; Dangelmaier, W. (Hrsg.): *Integriertes Supply Chain Management*. Gabler, Wiesbaden 2002, S. 363-384
- [Schi2001] *Schimmelpfeng, K.: Risikomanagement in Industrieunternehmen*. In: Götze, U.; Henselmann, K.; Mikus, B. (Hrsg.): *Risikomanagement*. Physica-Verlag, Heidelberg 2001, S. 277 - 297
- [Schn1999] *Schneeweiß, C.: Einführung in die Produktionswirtschaft*. Springer-Verlag, Berlin 1999.
- [Schn1993] *Schneider, J.: Hierarchische Produktionsplanung für die auftragsorientierte Serienfertigung in einem Unternehmen der stahlverarbeitenden Industrie*. Dissertation, Universität Augsburg. Augsburg 1993.
- [Schw1994] *Schwarze, J.: Netzplantechnik - Eine Einführung in das Projektmanagement*. Verlag Neue Wirtschafts-Briefe, Herne/Berlin 1994.
- [SCOR2006] *SCOR: Supply-Chain Operations Referencemodel, Overview of SCOR Version 7.0*. <http://www.supply-chain.org/site/scor7booklet.jsp>, Abruf am 14.6.2006.
- [SiSW2002] *Simpson, P. M.; Siquaw, J. A.; White, S. C.: Measuring the Performance of Suppliers: An Analysis of Evaluation Processes*. In: *The Journal of Supply Chain Management*, 38 (1), 2002, S. 29-41
- [Spech1994] *Specht, G.: Portfolioansätze als Instrument zur Unterstützung strategischer Programm-entscheidungen*. In: Corsten, H. (Hrsg.): *Handbuch Produktionsmanagement*. Gabler, Wiesbaden 1994, S. 93-114

- [Stad2000] *Stadtler, H.*: Supply Chain Management - An Overview. In: Stadtler, H.; Kilger, C. (Hrsg.): Supply Chain Management and Advanced Planning. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg 2000, S. 7-28
- [Stoe2000] *Stoelzle, W.*: Beziehungsmanagement - Konzeptverständnis und Implikationen für die Beschaffung. In: Hildebrandt, H.; Koppelman, U. (Hrsg.): Beziehungsmanagement mit Lieferanten: Konzepte, Instrumente, Erfolgswachweise. Schäffer-Poeschel, Stuttgart 2000, S. 1-23
- [Stör2005] *Störle, H.*: UML2 erfolgreich einsetzen. Addison-Wesley Verlag, München 2005.
- [stra2006] *straschu*: Kriterien zur Lieferantenbewertung. [http://www.straschu.de/Kontakt/Einkauf/liefer\\_v2.pdf](http://www.straschu.de/Kontakt/Einkauf/liefer_v2.pdf), Abruf am 21.4.2006.
- [Swit1988] *Switalski, M.*: Hierarchische Produktionsplanung und Aggregation. In: Zeitschrift für Betriebswirtschaft (ZfB), 58 (3), 1988, S. 381-396
- [Sydo1992] *Sydow, J.*: Strategische Netzwerke. Gabler, Wiesbaden 1992.
- [Sydo1995] *Sydow, J.*: Unternehmensnetzwerke. In: Corsten, H.; Reiß, M. (Hrsg.): Handbuch Unternehmensführung. Gabler, Wiesbaden 1995, S. 159-169
- [Tan2001] *Tan, K.C.*: A framework of supply chain management literature. In: European Journal of Purchasing & Supply Management, 7 2001, S. 39-48
- [TaLW2002] *Tan, K.C.; Lyman, S.B.; Wisner, J.D.*: Supply chain management: a strategic perspective. In: International Journal of Operations & Production Management, 22 (5/6), 2002, S. 614-631
- [Thie2003] *Thiem, F.*: Risikomanagement im Beschaffungsbereich. Dissertation, Fachbereich Wirtschaftswissenschaften der Universität Göttingen. Göttingen 2003.
- [Tobi2005] *Tobisch, C.*: Liefernetzbewertung im Rahmen der strategischen Liefernetzentwicklung. Diplomarbeit, Universität Augsburg. Augsburg 2005.
- [Turo2003] *Turowski, K.*: Fachkomponenten: Komponentenbasierte betriebliche Anwendungssysteme. Shaker Verlag (Magdeburger Schriften zur Wirtschaftsinformatik), Aachen 2003.
- [WaWe1967] *Waschek, G.; Weckerle, E.*: Die Praxis der Netzplantechnik. Verlag für Unternehmensführung Dr. Max Gehlen, Baden-Baden 1967.
- [Webe1996] *Weber, C. A.*: A data envelopment analysis approach to measuring vendor performance. In: Supply Chain Management, 1 (1), 1996, S. 28-30
- [WeCu1993] *Weber, C. A.; Current, J. R.*: A multiobjective approach to vendor selection. In: European Journal of Operational Research, 68 1993, S. 173-184
- [WeCB1991] *Weber, C. A.; Current, J. R.; Benton, W. C.*: Vendor selection criteria and methods. In: European Journal of Operational Research, 50 1991, S. 2-18
- [WeCD2000] *Weber, C. A.; Current, J. R.; Desai, A.*: Vendor: a structured approach to vendor selection and negotiation. In: Journal of Business Logistics, 21 (1), 2000, S. 135-167
- [Weid1992] *Weidner, D.*: Engpassorientierte Fertigungssteuerung. Europäische Hochschulschriften: Reihe 5, Volks- und Betriebswirtschaft; Bd. 1304, Verlag Peter Lang, Frankfurt am Main 1992.
- [Wern2000] *Werner, H.*: Supply Chain Management. 1. Auflage, Gabler, Wiesbaden 2000.
- [WiDu2000] *Wiedmann, H.; Dunz, R.*: LIKE Beziehungsmanagement in der Automobilzulieferindustrie am Beispiel der Sachs AG (Atecs Mannesmann). In: Hildebrandt, H.; Koppelman, U. (Hrsg.): Beziehungsmanagement mit Lieferanten: Konzepte, Instrumente, Erfolgswachweise. Schäffer-Poeschel, Stuttgart 2000, S. 25-47
- [Wiki2006] *Wikipedia*: Umsatzsteuer-Identifikationsnummer. <http://de.wikipedia.org/wiki/USt-IdNr>, zuletzt geändert am 2.6.2006, Abruf am 5.6.2006.

- [Wink1999] *Winkler, G.*: Koordination in strategischen Netzwerken. DUV, Dt. Univ.-Verl., Wiesbaden 1999.
- [Wirt2002] *Wirth, S.*: Sequenz: Netzwerke. In: (Hrsg.): Wissenschaftssymposium Logistik der BVL. Huss-Verlag, München 2002, S. 195-207
- [WKWI1994] *Wirtschaftsinformatik, Wissenschaftliche Kommission*: Profil der Wirtschaftsinformatik. In: *Wirtschaftsinformatik*, 36 (1), 1994, S. 80-81
- [YePl2005] *Yee, C.L.; Platts, K.W.*: A framework and tool for supply network strategy operationalisation. In: *International Journal of Production Economics*, tbd (Article in Press) (accepted 15.6.2005), 2005, S. 1-19
- [Zäpf1994] *Zäpfel, G.*: Entwicklungsstand und -tendenzen von PPS-Systemen. In: Corsten, H. (Hrsg.): *Handbuch Produktionsmanagement*. Gabler, Wiesbaden 1994, S. 720-745
- [Zäpf1998] *Zäpfel, G.*: Grundlagen und Möglichkeiten der Gestaltung dezentraler PPS-Systeme. In: Corsten, H.; Gössinger, R. (Hrsg.): *Dezentrale Produktionsplanungs- und steuerungssysteme*. Kohlhammer, Stuttgart 1998, S. 13-53
- [Zimm1987] *Zimmermann, G.*: PPS-Methoden auf dem Prüfstand: was leisten sie, wann versagen sie? moderne industrie, Landsberg am Lech 1987.
- [Zsid2003] *Zsidisin, G. A.*: A grounded definition of supply risk. In: *Journal of Purchasing & Supply Management*, 9 (2), 2003, S. 217-224